

RUPTURES DE LA COIFFE DES ROTATEURS

**BUREAU DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHIRURGIE
ORTHOPÉDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE (SOFCOT 2011)**

Président de la SOFCOT Bernard MOYEN
Premier vice-président SOFCOT Jean-Pierre COURPIED
Deuxième vice-président SOFCOT Bernard AUGEREAU-VACHER
Ancien président Gérard BOLLINI
Secrétaire général Alain SAUTET
Secrétaire général adjoint Charles COURT
Trésorier Arnaud BLAMOUTIER
Trésorier adjoint Henry-François PARANT
Membres Jean-Marc GLASSON, Pierre JOURNEAU,
Henri MATHEVON, Jean-Paul VIGROUX

Représentants de l'AOT (Académie d'orthopédie traumatologie) :

Président de l'Académie Jean-Paul LEVAI
Premier Vice-président de l'Académie Alain-Charles MASQUELET
Deuxième Vice-président de l'Académie Philippe MERMOZ

Représentants du CFCOT (Collège Français des chirurgiens orthopédistes et traumatologues) :

Président du CFCOT Dominique CHAUVÉAUX
Secrétaire général du CFCOT Christophe GLORION

Représentants du SNCO (Syndicat National des chirurgiens orthopédistes) :

Président du SNCO Patrice PAPIN
Secrétaire Général du SNCO Bernard LLAGONNE

CAHIERS D'ENSEIGNEMENT DE LA SOFCOT

Comité de rédaction

Rédacteur en chef Denis HUTEN

Secrétaires de rédaction

Orthopédie pédiatrique Rémi KOHLER

Orthopédie de l'adulte Patricia THOREUX

Secrétaire général de la Sofcot Alain SAUTET

Membre fondateur Jacques DUPARC

Comité de lecture Bernard AUGEREAU, Thierry BÉGUÉ, P. BONNEVIALLE,
Jean-Michel CLAVERT, Jérôme COTTALORDA,
Jean-Pierre COURPIED, Bruno DOHIN, Luc FAVARD,
Joaquin FENOLLOSA, Christophe GLORION,
Thierry JUDET, André KAEIN, Roger LEMAIRE,
Dominique LE NEN, Pierre MARY, Emmanuel
MASMEJEAN, Didier MAINARD, Philippe NEYRET,
Jacques-Yves NORDIN, Norbert PASSUTI, Raphaël
SERINGE, Bernard TOMENO, Jean-Marc VITAL

Retrouvez la collection des Cahiers d'enseignement de la Sofcot sur le site

<http://france.elsevier.com/sofcot>

→ consultez les titres, résumés et mots clés des articles composant les Conférences d'enseignement (parues depuis 1990) et les monographies (parues depuis 1995).

→ fonction d'index électronique : rechercher les articles à partir de leur titre, de leurs mots clés, des noms d'auteur, de l'année de publication.

Cahiers d'enseignement de la SOFCOT

Collection dirigée par D. HUTEN

RUPTURES DE LA COIFFE DES ROTATEURS

Sous la direction de

Jean-François KEMPF et Daniel MOLÉ

Avec la collaboration de

J.C. BALESTRO, J. BERHOUE, A. BLUM, P. BOILEAU, N. BONNEVIALLE,
M. BORRONI, A. CASTAGNA, C. CHAROUSSET, F. CLAUDOT, P. CLAVERT,
H. COUDANE, G. DELLE ROSE, K.A. DERWIN, C. DEZALY, F. DUPARC,
D. DUPERRON, L. FAVARD, M. FERRAND, O. GAGEY, J. GARRET, T. GEORGE,
A. GIANNAKOS, P. GLEYZE, A. GODENÈCHE, O. GOSSELIN, S. GROSCLAUDE,
P. HARDY, J.P. IANNOTTI, T. JOUDET, L. LAFOSSE, Y. LE CONIAT, S. LECOCQ,
C. LÉVIGNE, M. LOUIS, M.M. MESIHA, G. MOINEAU, A. MOISEI, L. NEYTON,
E. NOEL, L. NOVÉ-JOSSERAND, R.L. NUNES-OGASSAWARA, A. PIERUCCI,
E.T. RICCHETTI, O. ROCHE, M. ROPARS, M. SCHAEER, M. SCHOBBER,
J. SEDAGHATIAN, F. SIRVEAUX, P. TEIXEIRA, H. THOMAZEAU,
G. WALCH, J. WASSEL, M.A ZUMSTEIN



ELSEVIER
MASSON

Cahiers d'enseignement de la SOFCOT
Collection dirigée par Denis HUTEN

Ruptures de la coiffe des rotateurs

Coordinateurs :
Jean-François KEMPF
Daniel MOLÉ

Ruptures de la coiffe des rotateurs

Directrice éditoriale : Fabienne Roulleaux
Secrétaire de rédaction : Evelyne Lambert
Éditrice : Peggy Lemaire
Responsable de production : Anna Davoli
Conception graphique et maquette de couverture : Véronique Lentaigne

Les dessins des figures 1.a page 4, 2a page 6, 6 page 13, 14 page 160, 5 page 198, 6 page 199, 9 page 202 et 4 page 278 ont été réalisés par Éléonore Lamoglia, <http://eleonorelamoglia.word-press.com/>

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).

© 2011, Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés
ISBN : 978-2-294-71318-7

Elsevier Masson SAS, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex
www.elsevier-masson.fr

Liste des auteurs

J.C. Balestro

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, hôpital de l'Archet, CHU de Nice, 151, route de Saint-Antoine-de-Ginestière, 06200 Nice.

J. Berhouet

Orthopédie 1, CHU Trousseau, 37044 Tours cedex, France.

A. Blum

Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

P. Boileau

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, hôpital de l'Archet, CHU de Nice, université de Nice Sophia-Antipolis, 151, route de Saint-Antoine-de-Ginestière, 06200 Nice, France.

N. Bonneville

Service d'orthopédie-traumatologie, CHU de Toulouse-Purpan, place Baylac, 31059 Toulouse.

M. Borroni

Via A. Locatelli, 6, 20124 Milano, Italie.

A. Castagna

Via A. Locatelli, 6, 20124 Milano, Italie.

C. Charousset

Institut ostéoarticulaire Paris Courcelles, 21, rue Albert-Roussel, 75008 Paris, France.

F. Claudot

Service de médecine légale et droit de la santé, Faculté de médecine, BP 184, 54505 Vandœuvre cedex, France.

P. Clavert

Centre de chirurgie orthopédique et de la main, avenue Baumann, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.

H. Coudane

Service de chirurgie arthroscopique, traumatologique et orthopédique de l'appareil locomoteur (ATOL), hôpital central, CHU de Nancy, 29, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, 54035 Nancy cedex, France.

G. Delle Rose

Via Gramsci, 28, 20047 Brugherio, Italie.

K.A. Derwin

Department of Orthopedic Surgery, Orthopedic and Rheumatologic Institute, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, États-Unis; Department of Biomedical Engineering and Orthopedic Research Center, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, États-Unis.

C. Dezaly

Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite, 54000 Nancy, France.

F. Duparc

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, CHU Charles-Nicolle, 1, rue de Germont, 76031 Rouen, France.

D. Duperron

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, CHU de Rennes, 2, rue Henri-Le-Guilloux, 35033 Rennes, France.

L. Favard

Orthopédie 1, CHU Trousseau, 37044 Tours cedex, France.

M. Ferrand

Service d'orthopédie-traumatologie, hôpital Ambroise-Paré, 9, avenue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne-Billancourt, France.

O. Gagey

Service d'orthopédie-traumatologie, hôpital universitaire de Bicêtre, 78, avenue du Général-Leclerc, 97270 Le Kremlin Bicêtre, France.

J. Garret

Département de l'épaule, clinique du Parc de Lyon, 155, boulevard Stalingrad, 69006 Lyon, France.

T. George

Service de chirurgie arthroscopique, traumatologique et orthopédique de l'appareil locomoteur (ATOL), hôpital central, CHU de Nancy, 29, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, 54035 Nancy cedex, France.

A. Giannakos

Alps Surgery Institute, Département de chirurgie orthopédique, Clinique générale, 4, chemin Tour la Reine, 74000 Annecy.

P. Gleyze

Hôpital Albert-Schweitzer, 300, avenue d'Alsace, 68000 Colmar, France.

A. Godenèche

Centre orthopédique Santy, 24, avenue Paul-Santy, 69008 Lyon, France; hôpital privé Jean-Mermoz, 55, avenue Jean-Mermoz, 69008 Lyon, France.

O. Gosselin

Clinique Claude-Bernard, 97, rue Claude-Bernard, 57070 Metz, France.

S. Grosclaude

Département de l'épaule, clinique du Parc de Lyon, 155, boulevard Stalingrad, 69006 Lyon, France.

P. Hardy

Service d'orthopédie-traumatologie, hôpital Ambroise-Paré, 9, avenue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne-Billancourt, France.

J.P. Iannotti

Department of Orthopedic Surgery, Orthopedic and Rheumatologic Institute, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, États-Unis.

T. Joudet

Clinique chirurgicale du Libournais, 119, rue de la Marne, 33500 Libourne, France.

J.-F. Kempf

Centre de chirurgie orthopédique et de la main, avenue Baumann, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.

L. Lafosse

Alps Surgery Institute, Département de chirurgie orthopédique, Clinique générale, 4, chemin Tour la Reine, 74000 Annecy.

Y. Le Coniat

Centre de chirurgie orthopédique et de la main, avenue Baumann, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.

S. Lecocq

Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

C. Lévine

Département de l'épaule, clinique du Parc de Lyon, 155, boulevard Stalingrad, 69006 Lyon, France.

M. Louis

Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

M.M. Mesiha

Department of Orthopedic Surgery, Orthopedic and Rheumatologic Institute, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, États-Unis.

G. Moineau

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, hôpital de l'Archet, CHU de Nice, université de Nice Sophia-Antipolis, 151, route de Saint-Antoine-de-Ginestière, 06200 Nice, France.

A. Moisei

Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

D. Molé

Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite,
54000 Nancy, France.

L. Neyton

Hôpital privé Jean-Mermoz, 85, avenue
Jean-Mermoz, 69008 Lyon,
France.

E. Noel

Centre orthopédique Santy, 24, avenue Paul-Santy,
69008 Lyon, France.

L. Nové-Josserand

Centre orthopédique Santy, 24, avenue Paul-Santy,
69008 Lyon, France.

R.L. Nunes-Ogassawara

Centre orthopédique Santy, 24, avenue Paul-Santy,
69008 Lyon, France.

A. Pierucci

Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU
Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

E.T. Ricchetti

Department of Orthopedic Surgery, Orthopedic and
Rheumatologic Institute, Cleveland Clinic, Cleveland,
Ohio, États-Unis.

O. Roche

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique,
Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite,
54000 Nancy, France.

M. Ropars

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique, CHU de Rennes, 2,
rue Henri-Le-Guilloux, 35033 Rennes,
France.

M. Schaer

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie
du sport, hôpital de l'Île, université de Berne, 3010
Berne, Suisse.

M. Schober

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie
du sport, hôpital de l'Île, université de Berne, 3010
Berne, Suisse.

J. Sedaghatian

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique,
Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite,
54000 Nancy, France.

F. Sirveaux

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique,
Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite,
54000 Nancy, France.

P. Teixeira

Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU
Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

H. Thomazeau

Service de chirurgie orthopédique et traumatologique,
CHU de Rennes, 2, rue Henri-Le-Guilloux, 35033
Rennes, France.

G. Walch

Hôpital privé Jean-Mermoz, 85, avenue Jean-
Mermoz, 69008 Lyon, France.

J. Wassel

Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU
Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

M.A. Zumstein

Service de chirurgie orthopédique et traumatologie
du sport, hôpital de l'Île, université de Berne, 3010
Berne, Suisse.

Liste des abréviations

ABER	<i>abduction and external rotation</i>	L-PRF	<i>leukocyte platelet rich fibrin</i>
AINS	anti-inflammatoires non stéroïdiens	MCK	Moulinoux-Clavert-Kempf
ALPSA	<i>anterior labroligamentous perosteal sleeve avulsion</i>	MEC	matrice extracellulaire
AMM	autorisation de mise sur le marché	MMP	métalloprotéases matricielles
ASES	American Shoulder Elbow Surgeons	MPR	<i>multiplanar reconstruction</i>
BIO-RSA	<i>bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty</i>	MSK	<i>mid slip knot</i>
CDR	coiffe des rotateurs	PDLLA	<i>poly-DL-lactic acid</i>
CLIN	Comité de lutte contre l'infection nosocomiale	PLLA	<i>poly-L-lactic acid</i>
DR	double rang	PM	pectoralis major
EGF	facteur de croissance endothélial	PRF-M	<i>platelet-rich fibrin matrix</i>
EMG	électromyographie	PRP	<i>platelet rich plasma</i>
FGF	facteur de croissance fibroblastique	SDRC I	syndrome douloureux complexe régional de type I
GIRD	<i>glenohumeral internal rotation deficit</i>	SLAP	<i>superior labral anterior to posterior</i>
HGF	<i>hepatocyte growth factor</i>	SMC	Samsung Medical Center
IG	infiltration graisseuse	SR	simple rang
IGF	<i>insulin-like growth factor</i>	SST	<i>simple shoulder test</i>
IRM	imagerie par résonance magnétique	SSV	<i>subjective shoulder value</i>
LAC	ligament acromioclaviculaire	TGF	<i>transforming growth factor</i>
LGHS	ligament glénohuméral supérieur	TGF	<i>tumor growth factor</i>
		VEGF	<i>vascular endothelial growth factor</i>

Introduction

C'est en 1911 que E.A. Codman a, pour la première fois, décrit la réparation chirurgicale d'une rupture de la coiffe des rotateurs. Un siècle plus tard, ce geste fait partie des interventions les plus fréquemment pratiquées en chirurgie orthopédique...

Durant ce siècle de travaux et de progrès, le développement de l'imagerie a accompagné celui de la chirurgie; les ruptures de la coiffe des rotateurs ont été démembrées et classées; leur étiologie a été définie comme mixte après de nombreux débats entre les partisans d'une origine mécanique (conflit sous-acromial) et ceux d'une origine dégénérative; le rôle de la coiffe tendineuse a été précisé, de même que le retentissement clinique des ruptures; l'ardeur des chirurgiens a été tempérée par la découverte de nombreuses ruptures asymptomatiques; la différence cruciale entre mobilité active et mobilité passive a permis des critères plus stricts d'opérabilité et d'indication; l'accent a été mis sur le rôle prépondérant des muscles d'amont (atrophie et infiltration graisseuse), du tendon de la longue portion du biceps...

Au terme de ces années de recherche et de chirurgie à ciel ouvert, un relatif consensus était apparu, portant sur les techniques de fixation, la gestion des suites opératoires et les délais de récupération, les indications chirurgicales et les limites de réparabilité, ainsi que sur les solutions de recours en cas d'irréparabilité avec la chirurgie décompressive palliative, les lambeaux de substitution et la chirurgie prothétique (avènement des prothèses inversées).

Et l'arthroscopie est arrivée... Initialement limitée à la décompression sous-acromiale à visée antalgique, elle a rapidement permis la réparation des tendons rompus. En une vingtaine d'années, elle a balayé le paysage et pris le pas sur la chirurgie à ciel ouvert

sans, pour autant, faire la preuve d'une amélioration des résultats anatomiques. Les avantages en termes de coût, de simplicité des suites, de morbidité en ont fait l'arme principale des chirurgiens. Au-delà des modifications techniques, elle a également bouleversé les indications. Que reste-t-il, aujourd'hui, des recommandations du symposium de la SOFCOT de 1998, où il apparaissait souhaitable de ne pas opérer les ruptures de coiffe au-delà de 65 ans?

Malgré l'enthousiasme et les progrès chirurgicaux, malgré les travaux qui fusent sur de nouvelles techniques de fixation arthroscopique, le taux d'échec demeure. Le taux de rupture itérative à moyen terme est compris, dans toutes les séries publiées, entre 20 % et 50 %. Que dire d'une intervention chirurgicale qui comporte un tel taux de récurrence lésionnelle? La tolérance fonctionnelle de ces récurrences est, certes, bonne, mais ceci n'est le fait que du geste décompressif et/ou sur le chef long du biceps qui accompagne la réparation et aurait pu être fait isolément, à moindre coût. Il nous faut considérer la rupture itérative, quelle qu'en soit la taille, comme un échec, accepter l'idée que les innovations techniques n'en ont pas diminué la fréquence, et ouvrir la voie à une ère nouvelle où il sera fait appel, pour améliorer le résultat anatomique, à la biothérapie et aux renforts tendineux.

Un siècle après Codman, 13 ans après le Symposium de la SOFCOT qui était principalement consacré à la chirurgie à ciel ouvert, les ruptures de la coiffe des rotateurs méritaient d'être revisitées. Nous nous y sommes attelés dans cet ouvrage et vous souhaitons bonne lecture.

Jean-François Kempf, Daniel Molé

Anatomie et biomécanique de la coiffe des rotateurs

F. DUPARC¹

RÉSUMÉ

La coiffe des rotateurs constitue un manchon tendineux qui entoure la tête humérale en avant, en haut et en arrière. Les tendons des quatre muscles, subscapulaire, supraépineux, infraépineux et petit rond, transmettent des contraintes respectives de rotation médiale, d'abduction et de rotation latérale, et contribuent tous au maintien du parfait centrage de la tête humérale par rapport à la cavité glénoïdale de la scapula, quelle que soit la position du bras. L'anatomie descriptive et fonctionnelle de chaque muscle est envisagée, de même que les notions importantes des intervalles de la coiffe des rotateurs. La biomécanique est exposée et souligne l'indispensable synergie entre les muscles de la coiffe des rotateurs, et entre ces muscles et le muscle deltoïde. Des notions plus récentes liées aux travaux de biomodélisation de l'épaule complètent les conceptions plus classiques.

Mots clés : Coiffe des rotateurs. – Anatomie. – Biomécanique.

ABSTRACT – ANATOMY AND BIOMECHANICS OF THE ROTATOR CUFF

The rotator cuff is a tendinous structure which surrounds the anterior, superior and posterior parts of the humeral head. The tendons of the four muscles, subscapularis, supraspinatus, infraspinatus, and teres minor, transmit medial rotation, abduction, and lateral rotation, respectively, and contribute all together to the maintain of the perfect centering of the humeral head close to the glenoid, whatever the position of the arm. The descriptive and functional anatomy is exposed, and completed with important features as rotators intervals. The biomechanics emphasize the compulsory synergy between the rotator cuff muscles, and between these muscles and the deltoid. Recent notions related to shoulder biomodelisation trials complete more classical features.

Key words: Rotator cuff. – Anatomy. – Biomechanics.

Introduction

La coiffe des rotateurs de l'épaule constitue un manchon tendineux qui entoure la capsule scapulo-humérale en lui adhérent en grande partie, sauf à sa face inférieure. Les tendons de quatre muscles scapulo-huméraux forment ce manchon d'avant en arrière : muscles subscapulaire, supraépineux, infraépineux et petit rond. Le manchon tendineux « coiffe » la tête de l'humérus en avant, en haut et en arrière, et est interrompu en bas. Il se place en cône intermédiaire (tendineux) entre le cône profond (labro-capsulo-ligamentaire) et le cône périphérique (musculaire, deltoïdien) [figures 1a à 1d].

L'anatomie de chacun de ces quatre muscles conduit à décrire pour chacun d'entre eux sa morphologie globale, son architecture interne tendineuse et musculaire, sa vascularisation, son innervation et ses actions.

La biomécanique de la coiffe des rotateurs est en rapport avec son rôle de centrage actif de la tête humérale par rapport à la cavité glénoïdale.

Les données récentes de la biomodélisation ostéo-articulaire et tendineuse ont amélioré la compréhension de la fonction de la coiffe des rotateurs et ouvrent des voies de recherche ultérieures.

Anatomie descriptive et fonctionnelle

La coiffe est visible sur l'embryon de 9 semaines, tout d'abord au niveau de l'infraépineux [1]. Les tendons supraépineux, subscapulaire et petit rond se délimitent progressivement autour du feuillet capsulaire. Le ligament coraco-huméral et le tendon du long biceps sont visibles à la 12^e semaine, alors

¹Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, CHU Charles-Nicolle, 1, rue de Germont, 76031 Rouen, France.

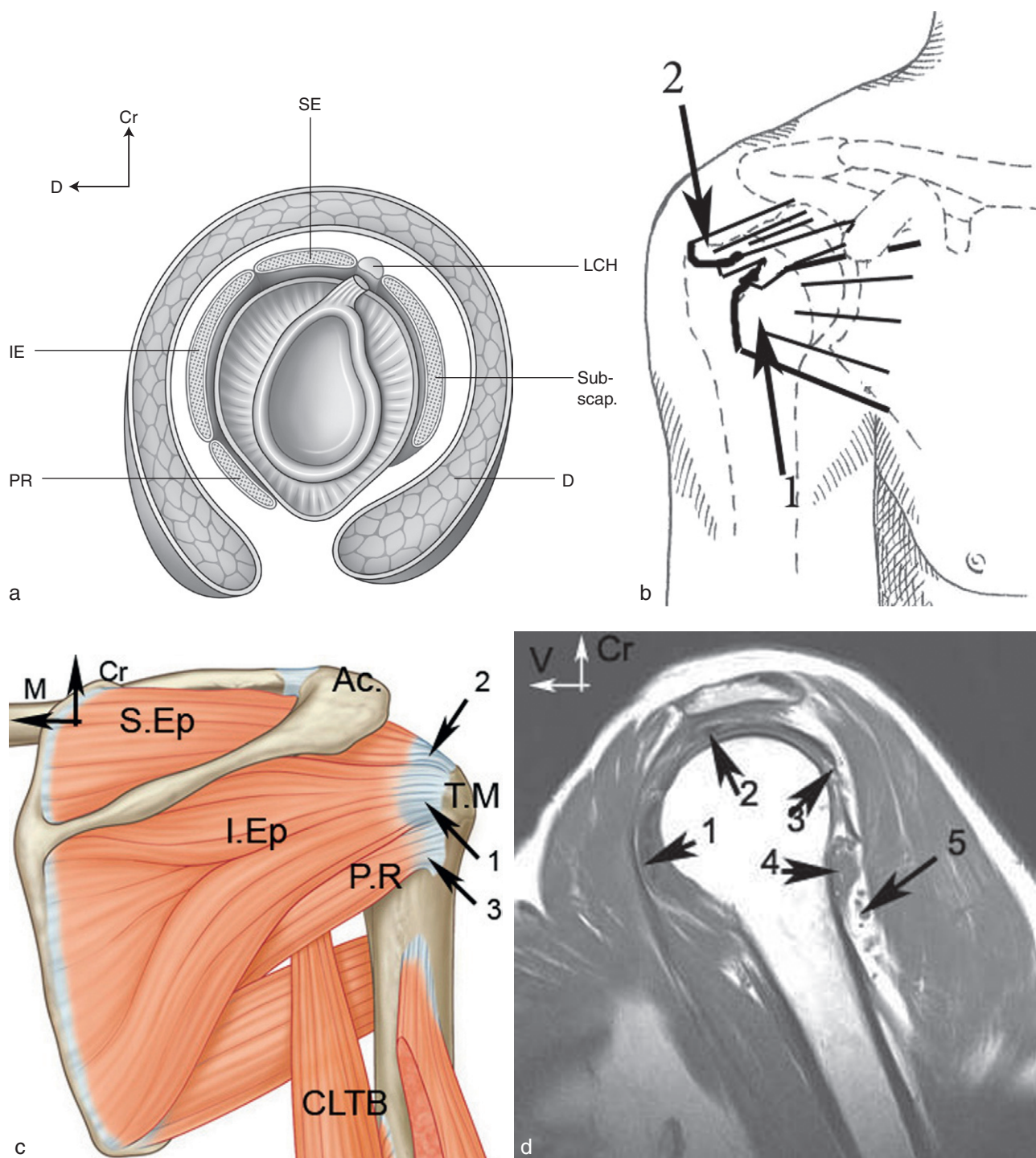


Figure 1. Anatomie clinique et en imagerie de la coiffe des rotateurs. a. Les trois cônes emboîtés qui entourent et stabilisent l'articulation scapulohumérale. Le cône intermédiaire et le cône périphérique s'interrompent dans la partie inférieure, où seul le cône profond assure la stabilisation. PR : muscle petit rond ; IE : muscle infraépineux ; SE : muscle supraépineux ; LCH : ligament coracohuméral ; Sub-scap. : muscle supraépineux ; D : muscle deltoïde. b. Points de palpation clinique du tendon du subscapulaire (1) et du tendon du supraépineux (2). c. Points de palpation clinique du tendon de l'infraépineux (1), du tendon du supraépineux (2), du tendon du petit rond (3) [d'après *Gray's Anatomie pour les étudiants*, Paris, Elsevier, 2010]. d. IRM, coupe sagittale : les tendons « coiffent » complètement la tête humérale d'avant en arrière. 1 : subscapulaire ; 2 : supraépineux ; 3 : infraépineux ; 4 : petit rond ; 5 : nerf axillaire.

que les tendons de la coiffe prennent leur insertion sur l'épiphyse humérale proximale. Le ligament glénohuméral supérieur est également individualisé à cette échéance de la vie embryonnaire, en regard de la face profonde du tendon subscapulaire, parallèle au ligament coracohuméral qui est en proportion volumineux.

Anatomie du muscle subscapulaire (subscapularis)

Morphologie globale (figure 2)

Le muscle subscapulaire est un muscle épais dont l'insertion recouvre l'essentiel de la face antérieure de la scapula. Le corps charnu est large et épais, et ses fibres charnues se dirigent en dehors. Il s'agit d'un muscle multipenné auquel on peut décrire trois parties, supérieure, moyenne et inférieure, dont les fibres charnues se terminent sur trois expansions tendineuses développées en son épaisseur. Le tendon terminal s'accole à la capsule antérieure de l'articulation scapulothoracique, en règle à partir du niveau du rebord glénoïdal, puis vient se terminer sur le tubercule mineur. Les fibres musculaires inférieures peuvent s'étendre latéralement le long de la partie inférieure du tendon, voire jusqu'à l'humérus.

Anatomie palpatoire

Le tendon du muscle subscapulaire est palpable à la face antérieure de l'épaule sur le tubercule mineur.

Vascularisation

Le muscle subscapulaire est vascularisé par les artères qui forment le cercle artériel périscapulaire, par l'artère thoracique latérale, et par les branches distales de l'artère circonflexe humérale antérieure.

Innervation

Le muscle subscapulaire est innervé par le nerf subscapulaire supérieur issu du faisceau postérieur du plexus brachial, et par le nerf subscapulaire inférieur, issu du faisceau postérieur du plexus brachial ou du nerf axillaire. Le nerf thoracodorsal, qui prend son origine également du tronc supérieur ou du nerf axillaire, ou rarement du nerf radial, complète cette innervation et peut être assimilé à un nerf subscapulaire moyen [24].

Rapports

Le nerf axillaire croise obliquement la face antérieure du muscle subscapulaire, et contourne son bord inférieur du tendon ou de la jonction myotendineuse pour se diriger ensuite sous la face inférieure de la capsule de l'articulation scapulothoracique (figure 3). La bourse subcoracoïdienne s'interpose entre la face ventrale du tendon subscapulaire, la face inférieure de la portion horizontale du processus coracoïde et la face postérieure des tendons des muscles coracobrachial et chef court du biceps brachial. En avant, le corps du muscle subscapulaire constitue la paroi musculaire postérieure de la fosse axillaire, et répond en avant au contenu de la fosse : vaisseaux axillaires et plexus brachial.

À sa terminaison, le tendon du chef long du biceps brachial est un rapport indirect important. Il doit toujours être séparé du bord supérieur du tendon du muscle subscapulaire par la poulie du biceps (formée par l'association de la bandelette médiale du ligament coracohuméral et par la terminaison du ligament glénohuméral supérieur.)

En avant du tendon du muscle subscapulaire se situe une bourse séreuse de glissement, qui peut faire l'objet d'une bursite. Cette bourse sépare le tendon de la portion horizontale du processus coracoïde. Ce rapport est à l'origine du conflit subcoracoïdien [17]. En avant et en haut, le récessus capsulaire subcoracoïdien est en continuité avec la cavité capsulaire qu'il prolonge en dedans le long du bord supérieur du tendon subscapulaire.

Action

Le muscle subscapulaire est rotateur interne et adducteur de l'articulation scapulothoracique. Il est coaptateur de cette articulation en participant au centrage passif et dynamique.

Examen clinique

Le subscapulaire est testé dans son rôle de rotateur médial, à vide et contre résistance. En plaçant la main en arrière du tronc, les autres rotateurs médiaux (grand pectoral, grand rond et grand dorsal) sont neutralisés. La possibilité de décoller la main de la région lombale témoigne de l'intégrité du subscapulaire, ce qui constitue le fondement de la manœuvre du *lift-off* test de Gerber. Chez le patient très musclé, l'installation en décubitus ventral, épaule en abduction, permet de tester la rotation médiale en neutralisant les autres muscles de l'épaule.

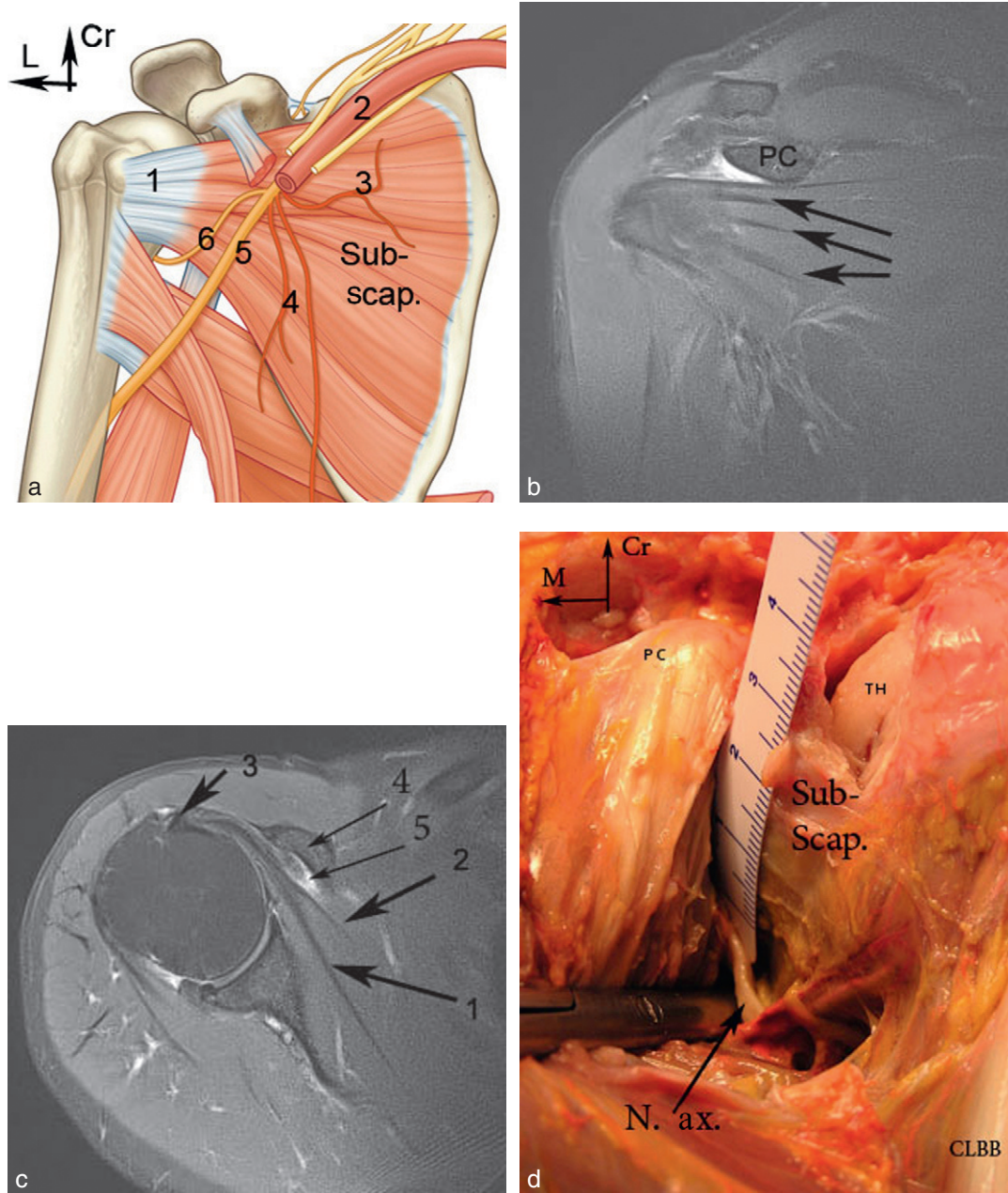


Figure 2. Anatomie du muscle subscapulaire. a. Vue antérieure. 1 : tendon du muscle subscapulaire; 2 : artère axillaire; 3 : nerf subscapulaire supérieur; 4 : nerf subscapulaire inférieur; 5 : nerf radial; 6 : nerf axillaire [d'après *Gray's Anatomie pour les étudiants*, Paris, Elsevier, 2010]. b. IRM, coupe coronale : le tendon terminal du subscapulaire fait suite à trois lames tendineuses dans l'épaisseur du muscle. (PC : processus coracoïde). c. IRM, coupe axiale passant par la pointe du processus coracoïde. 1 : bande tendineuse supérieure; 2 : bande tendineuse moyenne; 3 : tendon du chef long du biceps brachial; 4 : processus coracoïde; 5 : bourse subcoracoïdienne. d. Rapports du muscle subscapulaire (Sub-scap.) dont le tendon a été sectionné, en avant de la tête humérale (TH), avec le nerf axillaire (N. ax.). CLBB : chef long du biceps brachial. Le nerf axillaire croise le pédicule vasculaire circonflexe huméral antérieur à l'aplomb du processus coracoïde.

Anatomie du muscle supraépineux (supraspinatus)

Morphologie globale (figures 1a à 1c)

Le muscle supraépineux s'insère sur les deux tiers médiaux de la fosse supraépineuse et sur le fascia qui l'entoure. Le corps musculaire se dirige en dehors. Il s'agit d'un muscle penné dont les fibres charnues se terminent sur les deux faces d'un épais tendon. Ce dernier s'engage sous la voûte ostéofibreuse formée par l'acromion et le ligament coracoacromial, en arrière du processus coracoïde auquel le relie des attaches fibreuses. Le tendon supraépineux se termine sur la facette d'insertion située au bord supérieur du tubercule majeur. Il s'accroît à la face supérieure de la capsule. Mochizuki et al. [16] ont montré la présence dans 21 % de leurs 113 spécimens d'une expansion tendineuse du supraépineux passant en pont sur le sillon intertuberculaire pour se terminer sur le tubercule majeur.

Architecture interne

- Constitution tendineuse : la lame tendineuse principale apparaît unique dans l'épaisseur du muscle, et se trouve formée dans l'épaisseur du muscle par la convergence de plusieurs lames aponévrotiques sur lesquelles se terminent les faisceaux musculaires. La lame principale est dans un plan oblique dans sa portion intramusculaire, et va progressivement devenir horizontale dans sa partie latérale extramusculaire. Très rarement, deux tendons intramusculaires peuvent être vus.
- Constitution musculaire : le supraépineux a été décrit selon une partition en deux régions, antérieure et postérieure [8,19,24] (figure 3b). La modélisation informatique [13] a montré que ces deux parties étaient elles-mêmes séparées en plans superficiel, moyen et profond, définis par la topographie, l'orientation des faisceaux musculaires et la constitution tendineuse. Les faisceaux musculaires convergent vers les lames aponévrotiques selon un angle de pennation qui varie faiblement selon la topographie et la position de l'épaule [14]. La longueur moyenne des faisceaux musculaires est de $6,7 \pm 0,64$ cm. Les faisceaux des plans moyen et profond de la partie antérieure se terminent à la face inférieure de la lame tendineuse intramusculaire, les faisceaux du plan superficiel sur la face supérieure. L'angle de pennation évalué à $12,057 \pm 3,07^\circ$ en moyenne au repos sur la partie antérieure s'accroît en abduction ($17,207 \pm 4,29^\circ$), en abduction et rotation médiale ($17,367 \pm 3,54^\circ$), mais reste peu majoré en abduction et rotation latérale ($14,737 \pm 3,88^\circ$) [14].

La partie antérieure du muscle, plus volumineuse, intervient dans la production de force et la stabilisation, la partie postérieure intervient dans le maintien en tension de la lame tendineuse.

La partie postérieure, moins épaisse, n'est pas étudiée par l'échographie, car placée dans l'ombre de l'acromion. La confrontation entre imagerie par résonance magnétique (IRM) et dissection anatomique [8,25] a permis de montrer que l'architecture fibreuse est moins développée, plus fine et plus courte que dans la partie antérieure (figure 3a).

Le muscle supraépineux possède les fibres musculaires les plus courtes par rapport aux autres constituants de la coiffe, et le corps musculaire est donc le plus sensible à la diminution de longueur liée à la contraction des fibres et à la diminution de l'angle de pennation [27].

Les coupes coronales et transversales en imagerie permettent d'étudier la trophicité du muscle et de son tendon (figure 3c), mais le principal critère est évalué sur la coupe sagittale oblique passant par le bord supérieur de l'écaïlle en dedans du processus coracoïde et l'épine de la scapula. Le relief du muscle supraépineux normal dépasse d'au moins un tiers la tangente supérieure à l'écaïlle et à l'épine sur la coupe en Y. Sur cette coupe, les insertions normales du muscle dans la fosse et sur la face profonde du fascia supraépineux sont vérifiées [23].

Anatomie palpatoire

Le muscle supraépineux est palpable dans la fosse supraépineuse. Son tendon est palpable sur la facette supérieure du tubercule majeur, en dehors du bord latéral de l'acromion et plus précisément encore à l'aplomb de l'angle antérolatéral acromial. La position de l'épaule en rétropulsion et rotation médiale permet de palper facilement le tendon supraépineux sur le tubercule majeur.

Vascularisation

Le muscle supraépineux est vascularisé par l'artère suprascapulaire, et dans sa partie médiale par des branches du cercle artériel périscapulaire.

Innervation

Le muscle supraépineux est innervé par le nerf suprascapulaire (figure 3b). Les fibres motrices proviennent des nerfs spinaux C5 et C6. Le rameau destiné au supraépineux naît dans l'incisure scapulaire supérieure ou juste à la sortie de l'incisure, et se dirige en dedans

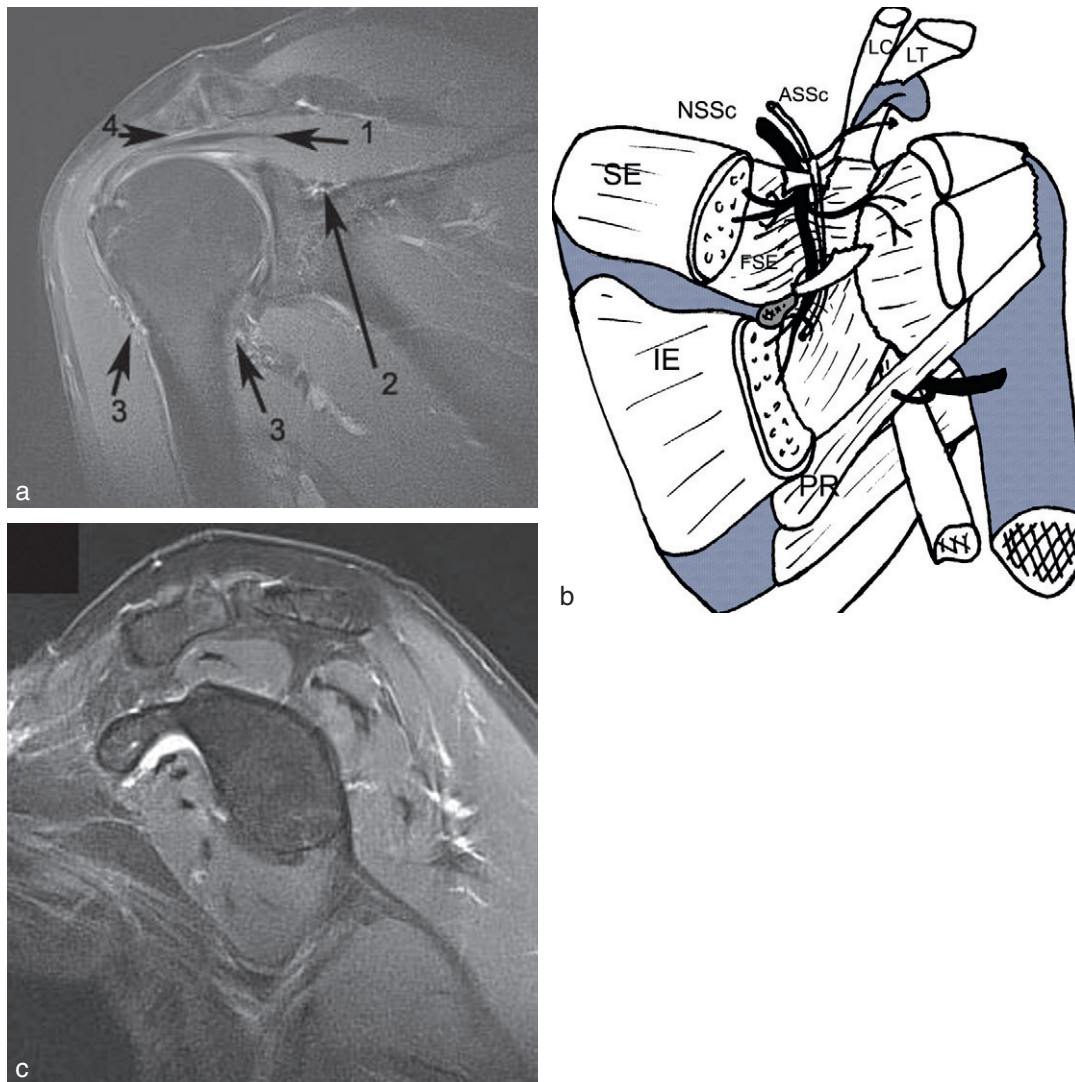


Figure 3. Anatomie et innervation des muscles de la coiffe des rotateurs. a. IRM, coupe coronale. 1 : muscle supraépineux ; 2 : nerf suprascapulaire dans l'incisure scapulaire supérieure ; 3 : nerf axillaire au cours de son passage sous l'articulation scapulo-humérale et à la face profonde du muscle deltoïde ; 4 : bourse subacromiale. b. Vue postérieure. Les muscles supraépineux et infraépineux ont été sectionnés. Le nerf suprascapulaire innerve ces deux muscles. Le nerf axillaire innerve le muscle petit rond par un rameau propre qui naît dans l'espace axillaire latéral et contourne le tendon du chef long du muscle triceps brachial. c. IRM, coupe coronale. La trophicité du corps musculaire du supraépineux peut être évaluée sur une coupe immédiatement médiale [23]. Le contour supérieur du muscle normal dépasse d'au moins un tiers la tangente aux bords supérieurs de l'écaïlle et de l'épine de la scapula. L'appareil tendineux est vu dans l'épaisseur des quatre muscles : trois bandes dans le subscapulaire, une bande relevée en avant dans le supraépineux, une bande épaisse dans l'épaisseur de l'infraépineux, une bande dans l'épaisseur du petit rond.

vers la face profonde du muscle. Ce changement de direction après traversée d'un orifice ostéofibreux constitue un point de fixation qui expose le nerf aux traumatismes par étirement lors de mouvements forcés ou répétés en abaissement et/ou en rotation latérale, mais aussi lors de la rétraction du corps musculaire après rupture de son tendon.

Rapports

Le corps du muscle supraépineux est en rapport, par sa face ventrale et sa face profonde, avec le nerf et les vaisseaux suprascapulaires qui cheminent sous le fascia supraépineux au contact de l'os entre les incisures scapulaires supérieure et inférieure (spinoglénoïdienne).

La face supérieure de la jonction myotendineuse et du tendon est séparée par la bourse séreuse subacromiale de la face inférieure de l'articulation acromioclaviculaire, et par la bourse séreuse subdeltoïdienne de la face inférieure du muscle deltoïde.

Action

Le muscle supraépineux est abducteur et coacteur de l'articulation scapulohumérale. Il a classiquement été nommé « starter du deltoïde ». La contraction en abduction est en réalité simultanée et synergique, et le supraépineux développe son activité pendant les 90° de l'abduction scapulohumérale.

Examen clinique

Le supraépineux est testé contre résistance à 90° d'abduction. Son action d'abduction est affaiblie ou impossible en cas de rupture tendineuse, ce qui est traduit par la perte de résistance en abduction (manœuvre de Jobe). La synergie entre supraépineux et deltoïde n'est alors plus assurée, n'autorisant pas le maintien de l'abduction par le deltoïde isolé en l'absence de conservation du centrage de la tête humérale par rapport à la cavité glénoïdale.

Anatomie du muscle infraépineux (infraspinatus)

Morphologie globale

Le muscle infraépineux s'insère sur les deux tiers médiaux de la fosse infraépineuse de la face postérieure de la scapula, sur la face inférieure de l'épine de la scapula, et sur le fascia qui l'entoure. Le corps musculaire épais se dirige en dehors et un peu en haut. Ses fibres charnues se terminent sur les deux faces d'un tendon unique. Il s'agit d'un muscle penné dont le tendon terminal croise la face postérieure de l'articulation scapulohumérale en adhérant à la capsule, pour se terminer sur la facette moyenne du tubercule majeur (figure 1a). Le tendon s'accroche à celui du supraépineux en dehors de l'épine de la scapula dans le prolongement de laquelle se place l'intervalle postérieur de la coiffe des rotateurs. Il s'accroche au tendon du muscle petit rond sous-jacent pour former un tendon terminal conjoint.

Architecture interne

- Constitution tendineuse : il est formé par une lame tendineuse principale (figure 3c). Cette lame terminale peut faire suite à deux lames tendineuses issues de la

portion supérieure et de la portion inférieure lorsque celles-ci sont assez bien individualisées.

- Constitution musculaire : la portion supérieure est horizontale ou faiblement oblique sous l'épine de la scapula (figure 4), et la portion inférieure est oblique en dehors et en haut.

Anatomie palpatoire

Le muscle infraépineux est palpable dans la fosse infraépineuse (figure 1c). Son amyotrophie éventuelle est plus facilement visible que celle du muscle supraépineux, masquée par le trapèze. Le tendon infraépineux peut être palpé sous l'angle postérolatéral de l'acromion, à travers l'épaisseur du deltoïde.

Vascularisation

Le muscle infraépineux est vascularisé par l'artère suprascapulaire et par l'artère circonflexe scapulaire.

Innervation

Le muscle infraépineux est innervé par le nerf suprascapulaire (figure 3b). Les fibres motrices proviennent des nerfs spinaux C5 et C6. Le nerf suprascapulaire, après avoir cheminé entre le plan osseux et le fascia supraépineux, contourne le bord latéral de l'épine de la scapula et se dirige en dedans et en bas vers la face profonde du muscle infraépineux.



Figure 4. IRM, coupe horizontale. 1 : muscle infraépineux; 2 : tendon de l'infraépineux.

Rapports

Le muscle infraépineux est en rapport, en superficie, avec le muscle deltoïde qui le croise. L'atrophie du supraépineux est la plus visible cliniquement.

Actions

L'action principale du muscle infraépineux est la rotation latérale de l'articulation scapulohumérale et du bras. L'infraépineux est également adducteur du bras et coacteur de l'articulation scapulohumérale. Sa portion inférieure plus oblique reste en règle sous l'axe du mouvement de l'articulation scapulohumérale, ce qui contribue au maintien du centrage de la tête humérale face à la cavité glénoïdale quel que soit le niveau d'abduction (effet coacteur), même en cas de rupture du supraépineux.

Examen clinique

Le muscle infraépineux est testé à vide et contre résistance dans son rôle de rotateur latéral du bras. L'enregistrement électromyographique montre qu'il développe l'essentiel de son activité en rotation latérale en abduction, ce qui constitue le fondement de la manœuvre de Patte. Chez le patient très musclé, l'installation en décubitus ventral, épaule en abduction, permet de tester la rotation latérale en neutralisant les autres muscles de l'épaule.

Anatomie du muscle petit rond (teres minor)

Morphologie globale (figures 1c et 1d)

Le muscle petit rond s'insère sur la partie latérale de la face postérieure de la scapula, au contact de l'insertion du muscle infraépineux, en dehors et en dessous de ce dernier. Le corps musculaire se dirige vers le tubercule majeur, associé au muscle infraépineux sur tout son trajet oblique latéralement et crânialement. Il se termine par un tendon sur la partie inférieure du bord postérieur du tubercule majeur de l'humérus. Le tendon est en continuité avec celui du muscle infraépineux et contribue à la constitution de la coiffe des rotateurs dans sa partie postérieure et inférieure. Les tendons des muscles petit rond et infraépineux sont conjoints, de même que la partie latérale de leurs corps musculaires. D'un double point de vue d'anatomie comparée et fonctionnelle, ils sont souvent considérés comme un même muscle, mais leurs innervations respectives sont différentes.

Architecture interne

- Constitution tendineuse : le muscle petit rond contient en son épaisseur un tendon unique (figure 3b).
- Constitution musculaire : le muscle petit rond est un muscle penné.

Anatomie palpatoire

Le tendon du petit rond est palpable à travers l'épaisseur du deltoïde en regard de la partie inférieure et postérieure du tubercule majeur. L'interstice entre infraépineux et petit rond est palpé jusqu'à l'aplomb de l'angle postérolatéral de l'acromion (« *soft point* » postérieur).

Vascularisation

Le muscle petit rond est vascularisé par des branches ascendantes de l'artère circonflexe humérale postérieure et par des branches de l'artère circonflexe scapulaire [7].

Innervation

Le muscle petit rond est innervé par un rameau du nerf axillaire qui naît de ce dernier dans l'espace axillaire latéral, contourne le tendon du chef long du muscle triceps brachial et pénètre dans le muscle petit rond par son bord inférieur ou par la partie inférieure de sa face profonde (figure 3b). Les fibres motrices sont issues des nerfs spinaux C5 et C6. Ce rameau peut être étiré de manière répétée lors de l'abduction et de l'abduction-rotation latérale de l'épaule, ce qui peut provoquer un déficit limité au petit rond et une amyotrophie sélective.

Rapports

Le principal rapport du muscle petit rond est le muscle infraépineux auquel il s'accroche. Il croise la face postérieure du tendon du chef long du triceps brachial, et contribue à délimiter l'espace axillaire latéral avec le tendon du muscle grand rond et la face médiale du col chirurgical de l'humérus.

Actions

En action concentrique, le muscle petit rond est rotateur latéral de l'épaule et adducteur, et agit en synergie avec le muscle infraépineux. Il est stabilisateur postérieur de l'articulation scapulohumérale en action isométrique, et intervient dans la décélération en fin de mouvement de rotation interne en action excentrique.

Examen clinique

Le muscle petit rond est testé dans son rôle de rotateur latéral. Il est difficile de l'individualiser dans cette action par rapport au muscle infraépineux. Il interviendrait de manière plus importante au cours de la rotation latérale en flexion.

Intervalles de la coiffe des rotateurs

Intervalle antérieur [1,11,15,26]

(figure 5)

Il correspond à l'intervalle séparant le tendon du muscle supraépineux du tendon du muscle subscapulaire, dans le prolongement latéralement du pied d'implantation du processus coracoïde. L'intervalle antérieur

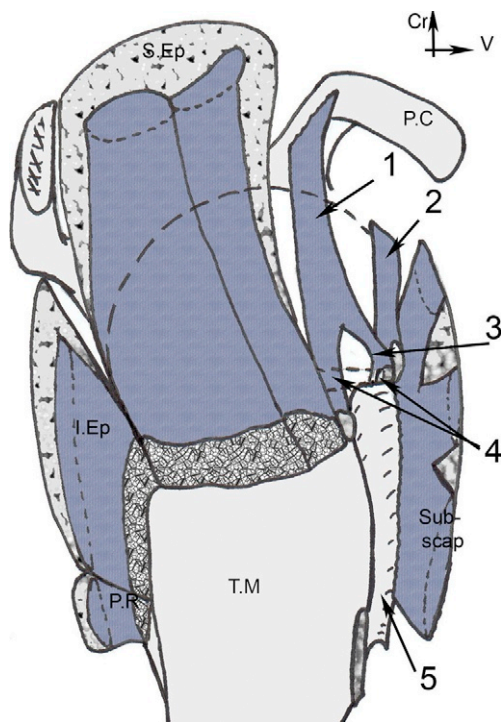


Figure 5. L'intervalle antérieur de la coiffe des rotateurs et la représentation schématique des insertions tendineuses de la coiffe des rotateurs sur le tubercule majeur de l'humérus (T.M). Vue latérale. 1 : ligament coracohuméral ; 2 : ligament glénohuméral supérieur ; 3 : bandelette médiale du ligament coracohuméral qui constitue avec le ligament glénohuméral supérieur la poulie médiale du tendon du chef long du biceps brachial ; 4 : insertion du tendon supraépineux par une bandelette inconstante qui vient renforcer le ligament transverse de l'humérus et l'orifice supérieur du sillon bicapital (5) intertuberculaire.

est disposé dans un plan oblique en bas et en avant, et a une forme triangulaire, dont la base du processus coracoïde constitue le sommet, le bord supérieur de la jonction myotendineuse et du tendon du muscle subscapulaire le côté inférieur, le bord antérieur du supraépineux le côté supérieur, et le bord supérieur du ligament transverse de l'humérus la base. Il est occupé par la capsule articulaire scapulohumérale, le ligament coracohuméral et le ligament glénohuméral supérieur. Le ligament coracohuméral s'insère sur le bord latéral de la portion verticale du processus coracoïde, se dirige latéralement et un peu ventralement pour se placer entre les deux tendons précités et s'accoler à la face supérieure de la capsule articulaire. Il se termine en se divisant en deux bandelettes :

- la bandelette latérale se termine sur l'angle supéroventral du tubercule majeur, au contact du tendon supraépineux ;
- la bandelette médiale se termine sur l'angle supérolatéral du tubercule mineur, au contact du ligament glénohuméral supérieur et du bord supérieur du subscapulaire. Elle participe avec ce carrefour fibreux à la constitution de la poulie médiale du tendon du chef long du biceps brachial, qui ne doit jamais, ni en imagerie, ni en arthroscopie, venir au contact du bord supérieur du tendon subscapulaire, ce qui traduirait une distension ou une rupture de la poulie.

Le ligament transverse de l'humérus se dispose transversalement entre ces deux bandelettes, puis entre les deux berges du sillon intertuberculaire, pour fermer le canal dans lequel s'engage le tendon du chef long du biceps brachial.

Le ligament glénohuméral supérieur est un épaississement de la capsule articulaire, tendu entre la partie supérieure du bord antérieur de la cavité glénoïdale et l'angle supérolatéral du tubercule mineur.

La poulie du tendon du chef long du biceps brachial est formée par la terminaison conjointe du ligament glénohuméral supérieur et de la bandelette médiale du ligament coracohuméral.

L'intervalle antérieur de la coiffe des rotateurs est en rapport en avant avec le récessus subcoracoïdien de la capsule.

Intervalle postérieur

Il est formé par l'implantation de l'épine de la scapula qui sépare les muscles supra- et infraépineux (figure 3b). La convergence des tendons de ces deux muscles est complète en arrière de l'interligne scapulohuméral.

Conséquences des ruptures tendineuses liées aux dispositions anatomiques

- Les attaches fibreuses du bord antérieur du supraépineux et du bord supérieur du subscapulaire au processus coracoïde peuvent contribuer à la limitation de la rétraction initiale.
- La continuité entre les tendons supraépineux et infraépineux au niveau de l'intervalle postérieur de la coiffe des rotateurs peut expliquer la faible rétraction des ruptures de l'infraépineux, qui apparaît souvent affaissé en arrière lorsqu'il est rompu dans sa partie distale, plutôt que rétracté en dedans.
- Enfin, et cette disposition est importante sur le pronostic de récupération après réparation, les muscles supraépineux et infraépineux reçoivent leur innervation du muscle suprascapulaire par des rameaux parallèles à l'axe des fibres musculaires. La rétraction après rupture tendineuse et rupture des attaches accessoires va s'autoaggraver par étirement progressif du rameau nerveux concerné qui présente un point de fixité en regard de l'incisure scapulaire pour le rameau du supraépineux ou de l'incisure inférieure (spinoglénoïdale) pour le rameau de l'infraépineux.

Biomécanique

Synergies

Le terme « synergie » est le maître mot de la biomécanique de la coiffe des rotateurs. Les quatre muscles vont participer à la réalisation des mouvements d'abduction, de flexion (antépulsion) et de rotation médiale et latérale. La diminution de force déterminée par le pourcentage de perte de force mesurée en isocinétisme montre que le supraépineux intervient pour 19 à 33 % de la force en abduction et pour 23 à 37 % de la force en rotation latérale [10].

L'équilibre des rotateurs, évalué par l'assimilation de la force générée à l'étude des surfaces de sections musculaires, sous-entend l'égalité théorique des moments de force du rotateur interne (muscle subscapulaire 53 %) et des rotateurs externes (muscles infraépineux 22 % et petit rond 10 %, et supraépineux 14 % du moment d'action de la coiffe). Ce moment d'équilibre des rotateurs contribue au centrage actif de la tête humérale par rapport à la cavité glénoïdale de la scapula. Ce centrage actif prend toute son importance au cours de l'élévation du membre supérieur sous l'action du muscle deltoïde et des muscles élévateurs de la scapula (chef supérieur du trapèze et élévateur de la scapula) [figures 6a à 6d].

Le recrutement non spécifique des quatre muscles de la coiffe précède immédiatement la contraction deltoïdienne et agit en stabilisant l'articulation scapulohumérale, en appliquant la tête humérale contre le centre de la cavité glénoïdale [6,12]. Puis l'action de chaque muscle de la coiffe devient plus spécifique au cours de la progression du mouvement. La notion classique du muscle supraépineux « starter » du muscle deltoïde au cours de l'abduction est remise en question par ces études en électromyographie. Non seulement la contraction est synergique, mais elle concerne tous les muscles de la coiffe [21]. L'anatomie comparée [22] conforte cette conception, la jonction des tendons en un manchon continu est plus adaptée aux mouvements combinés de l'articulation scapulohumérale comme la circumduction, qui apparaît avec le phénomène de brachiation dans les espèces les plus évoluées aptes à l'usage du membre thoracique au-dessus de la tête et en arrière du tronc.

L'action des muscles de la coiffe des rotateurs est également synergique des stabilisateurs de la scapula : rhomboïdes, trapèze, dentelé antérieur, petit pectoral. La coordination équilibrée de ces muscles avec la coiffe est un élément du bon fonctionnement de l'épaule en élévation et rotation [18].

Apports récents de la biomodélisation

Le rôle de stabilisateur passif de la coiffe des rotateurs s'ajoute à ceux du labrum, de la capsule scapulohumérale et de ses renforts que constituent les ligaments glénohuméraux, ainsi qu'à l'action du ligament coracohuméral [3]. L'effet de vide intervient dans les 40° du début de l'abduction pour assurer ce centrage, la perforation expérimentale de la capsule entraîne la perte du centrage de la tête humérale. Bowen et Warner ont démontré que les ligaments glénohuméraux sont en situation de détente jusqu'à 45° d'abduction [5,28]. Le labrum est donc fondamental dans la stabilisation au cours du début de l'élévation latérale. Billuart [3] a confirmé ce principe en ajoutant l'effet de l'orientation de la cavité glénoïdale, dont le rôle reste certainement modeste [2].

Billuart et al. [4] ont précisé la biomécanique du deltoïde et de la coiffe des rotateurs par biomodélisation informatique, en assimilant l'extrémité supérieure de l'humérus à une sphère-poulie sur laquelle se réfléchit le deltoïde. La portion initiale suprahumérale du chef médial du deltoïde est faiblement oblique par rapport au plan horizontal, et la portion descendante après réflexion sur l'extrémité supérieure de l'humérus est faiblement oblique en dedans par rapport au plan vertical.

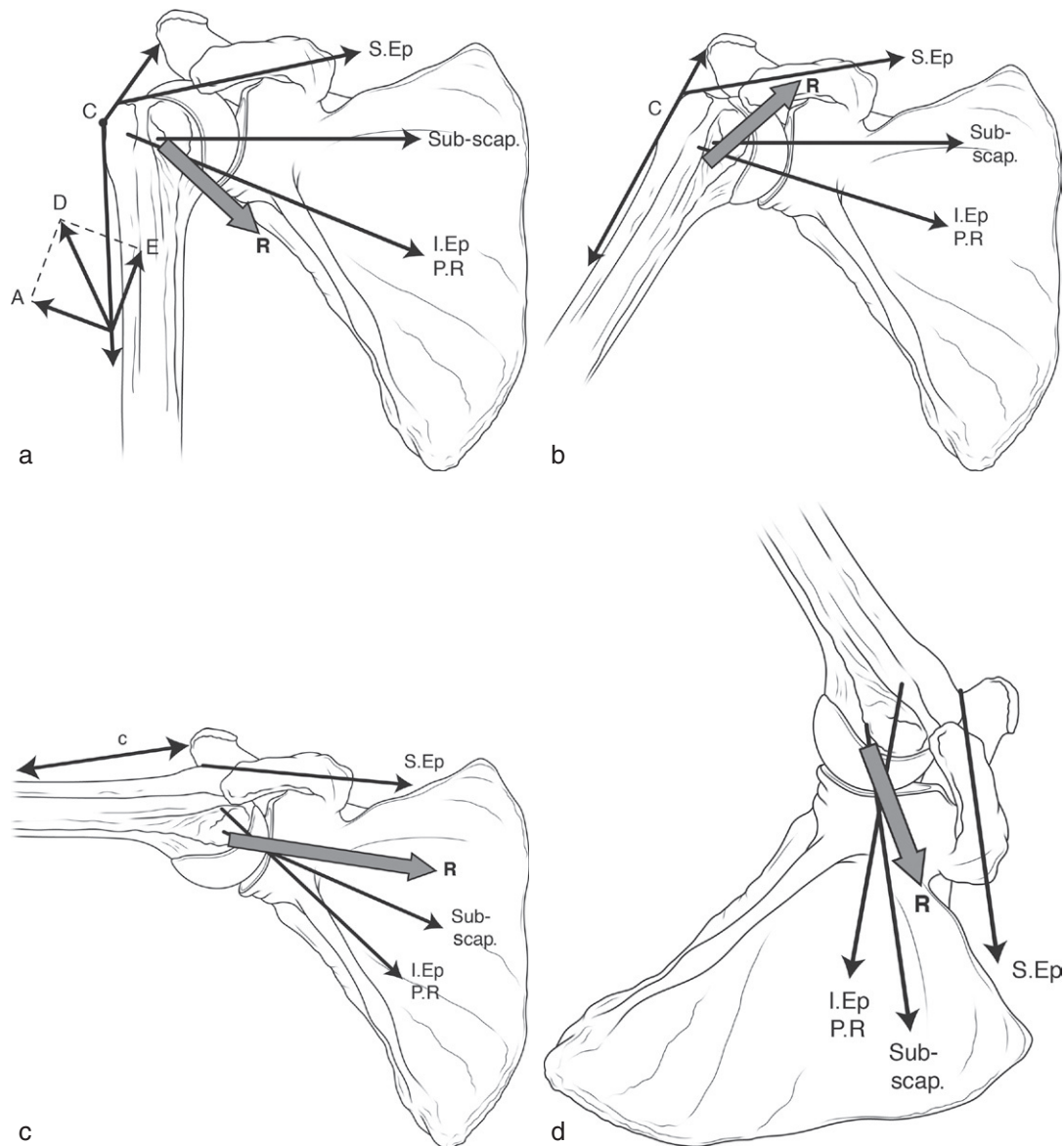


Figure 6. Contraintes de stabilisation active en fonction du niveau d'abduction. a. Le point C correspond à la contrainte de compression du muscle deltoïde sur le tubercule majeur. La résultante R correspond au cumul des actions des quatre muscles de la coiffe. Ces éléments contribuent au maintien du centrage de la tête humérale face à la cavité glénoïdale lors de l'élévation du bras sous l'action du deltoïde D, résultante de l'abduction pure A et de la force d'élévation E. b. Abduction à 30° : la force de compression du deltoïde est encore efficace. Le supraépineux développe son rôle d'abducteur. Les autres muscles de la coiffe des rotateurs contribuent au centrage actif (coapteurs). c. Abduction à 90° : le deltoïde est parallèle à l'axe de l'humérus, la force de compression s'annule. La résultante d'action des muscles de la coiffe (flèche noire) contribue au centrage et à la mise en compression de la tête humérale sur la cavité glénoïdale. Le supraépineux est le seul muscle situé au-dessus de cette résultante, les trois autres muscles sont situés sous l'axe du mouvement. En cas de rupture du supraépineux, l'abduction contre résistance devient impossible (manœuvre de Jobe). d. Abduction à 150° : la bascule latérale de la scapula complète l'abduction (90°) réalisée dans l'articulation scapulothoracique. C'est la « zero-position » recherchée en rééducation, qui permet de solliciter passivement les rotations de l'épaule en course courte des tendons de la coiffe des rotateurs, et donc sans danger pour une réparation tendineuse récente.

La résultante d'action lors de la contraction du muscle deltoïde contribue donc à une action de centrage de la tête humérale. Cette conception conforte celle de Gagey [9] et limite la conception d'une force uniquement de

type ascensionnel développée par le deltoïde [20]. Ce point est mis en valeur par le travail de renforcement du deltoïde qui peut être contributif dans la prise en charge kinésithérapique de certaines ruptures de coiffe.

La représentation biomécanique de la coiffe reste cependant trop liée à son rôle au cours de l'abduction, mouvement isolé, et nécessite d'être étudiée dans les associations abduction-rotation latérale ou adduction-

rotation médiale, mouvements combinés essentiels à l'utilisation de la main, finalité fonctionnelle de l'épaule et du membre supérieur.

RÉFÉRENCES

- [1] Abe S, Nakamura T, Rodriguez-Vazquez JF, Murakami G, Ide Y. Early fetal development of the rotator interval region of the shoulder with special reference to topographical relationships among related tendons and ligaments. *Surg Radiol Anat* 2011. doi : 10.1007/s00276-011-0780-3.
- [2] Billuart F, Devun L, Gagey O, Skalli W, Mitton D. 3D kinematics of the glenohumeral joint during abduction motion : an ex vivo study. *Surg Radiol Anat* 2007; 29 : 291-5.
- [3] Billuart F, Devun L, Skalli W, Mitton D, Gagey O. Role of the deltoid and passive elements in stabilization during abduction motion (0-40°) : an ex vivo study. *Surg Radiol Anat* 2008; 30 : 563-8.
- [4] Billuart F, Gagey O, Skalli W, Mitton D. Biomechanics of the deltoideus. *Surg Radiol Anat* 2006; 28 : 76-81.
- [5] Bowen MK, Deng XH, Warren RF, et al. Role of the glenohumeral ligament complex in limiting inferior translation of the glenohumeral joint. *Trans Orthop Res Soc* 1992; 16 : 497.
- [6] David G, Magarey ME, Jones MA, Dvir Z, Türker KS, Sharpe M. EMG and strength correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000; 15 : 95-102.
- [7] Determe D, Rongières M, Kany J, Glasson JM, Bellumore Y, Mansat M, et al. Anatomic study of the tendinous rotator cuff. *Surg Radiol Anat* 1996; 18 : 195-200.
- [8] Gagey N, Gagey O, Bastian G, Lassau JP. The fibrous frame of the supraspinatus muscle. *Surg Radiol Anat* 1990; 12 : 291-2.
- [9] Gagey O, Hue E. Mechanics of the deltoideus : a new approach. *Clin Orthop* 2000; 375 : 250-7.
- [10] Itoi E, Minagawa H, Sato T, Sato K, Tabata S. Isokinetic strength after tears of the supraspinatus tendon. *J Bone Joint Surg* 1997; 79B(1) : 77-82.
- [11] Jost B, Koch PP, Gerber C. Anatomy and functional aspects of the rotator interval. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9 : 336-41.
- [12] Karduna AR, Williams GR, Williams JL, Ianotti JP. Kinematics of the glenohumeral joint : influences of muscle forces, ligamentous constraints, and articular geometry. *J Orthop Res* 1996; 14 : 986-93.
- [13] Kim SY, Boynton EL, Ravichandiran K, Fung LY, Bleakney R, Agur AM. Three-dimensional study of the musculotendinous architecture of supraspinatus and its functional correlations. *Clin Anat* 2007; 20 : 648-55.
- [14] Kim S, Bleakney R, Boynton E, Ravichandiran K, Rindlisbacher T, McKee N, et al. Investigation of the static and dynamic musculotendinous architecture of supraspinatus. *Clin Anat* 2010; 23 : 48-55.
- [15] Le Corroller T, Cohen M, Aswad R, Champsaur P. L'intervalle des rotateurs : des lésions cachées? *J Radiol* 2007; 88 : 1669-77.
- [16] Mochizuki T, Sugaya H, Uomizu M, Maeda K, Matsuki K, Sekiya I, et al. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 2008; 90A : 962-9.
- [17] Okoro T, Reddy VR, Pimpelnarkar A. Coracoid impingement syndrome : a literature review. *Curr Rev Muskuloskelet Med* 2009; 2 : 51-5.
- [18] Phadke V, Camargo PR, Ludewig PM. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation : a review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Rev Bras Fisioter* 2009; 13 : 1-9.
- [19] Roh MS, Wang VM, April EW, Pollock RG, Bigliani LU, Flatow EL. Anterior and posterior musculotendinous anatomy of the supraspinatus. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9 : 436-40.
- [20] Sharkey NA, Marder RA. The rotator cuff opposes superior translation of the humeral head. *Am J Sports Med* 1995; 23 : 270-5.
- [21] Sharkey NA, Marder RA, Hanson PB. The entire rotator cuff contributes to elevation of the arm. *J Orthop Res* 1994; 12 : 699-708.
- [22] Sonnabend DH, Young AA. Comparative anatomy of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 2009; 91B(12) : 1632-7.
- [23] Thomazeau H, Duval JM, Darnault P, Dréano T. Anatomical relationships and muscular attachments of the supraspinatus muscle. *Surg Radiol Anat* 1996; 18 : 221-5.
- [24] Tubbs RS, Loukas M, Shahid K, Judge T, Pinyard J, Shoja MM, et al. Anatomy and quantitation of the subscapular nerves. *Clin Anat* 2007; 20 : 656-9.
- [25] Vahlensieck M, An Haack K, Schmidt HM. Two portions of the supraspinatus muscle : a new finding about the muscles macroscopy by dissection and magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat* 1994; 16 : 101-4.
- [26] Walch G, Nove-Josserand L, Levigne C, Renaud E. Tears of the supraspinatus tendon with «hidden» lesions of the rotator interval. *J Shoulder Elbow Surg* 1994; 3 : 353-60.
- [27] Ward SR, Hentzen ER, Smallwood LH, Eastlack RK, Burns KA, Fithian DC, et al. Rotator cuff muscle architecture : implications for glenohumeral stability. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 448 : 157-63.
- [28] Warner JJ, Deng XH, Warren RF, Torzilli PA. Static capsulo-ligamentous restraints to superior-inferior translation of the glenohumeral joint. *Am J Sports Med* 1992; 20 : 675-85.

Histoire naturelle des ruptures de la coiffe des rotateurs

H. THOMAZEAU¹, M. ROPARS¹, D. DUPERRON¹

RÉSUMÉ

La prévalence des ruptures de la coiffe des rotateurs est estimée dans les pays occidentaux à plusieurs millions de personnes. Cette atteinte est donc probablement plus le résultat de l'histoire naturelle des tendons de la coiffe dans l'espèce humaine qu'une véritable pathologie, une très grande majorité de personnes atteintes étant asymptomatiques. Les facteurs déterminant sa survenue sont intrinsèques, liés à l'évolution de l'anatomie de l'épaule lors du passage des hominoïdes à la bipédie. La conséquence principale de celle-ci est une probable inadéquation entre l'architecture tendineuse distale, sa vascularisation et les forces appliquées à l'épaule du fait de la libération et de l'utilisation intensive du membre supérieur chez l'humain. D'autres facteurs intrinsèques peuvent accélérer ce processus, voire le précipiter, tels que les traumatismes, l'obésité ou le tabagisme. La connaissance de cette histoire naturelle est indispensable à la compréhension des symptômes et aux indications thérapeutiques. Elle concerne la totalité de l'unité tendinomusculaire et peut-être plus encore le muscle que le tendon. Elle semble se faire vers une progression inéluctable des lésions dont le rythme individuel reste, toutefois, largement méconnu à ce jour.

Mots clés : Rupture de coiffe. – Histoire naturelle. – Pathogénie.

ABSTRACT – NATURAL HISTORY OF ROTATOR CUFF TEARS

It is estimated that rotator cuff tear affects several million people in western countries. Most patients are asymptomatic and this lesion is therefore likely to result more from the natural history of cuff tendons than from an actual pathology. The factors responsible for it are firstly intrinsic and linked to the evolution of the shoulder anatomy that accompanied the bipedalism process in hominoids. Its major consequence is likely to be an imbalance between distal tendinous architecture, tissue perfusion and the loads applied to the shoulder as a result of intense use of the upper limbs in humans. Other extrinsic factors such as trauma, obesity or smoking can accelerate or even precipitate this process. Knowledge of this natural history is indispensable to understand the symptoms and to make therapeutic choices. It concerns the whole musculotendinous structure and maybe even more the muscle belly than the tendon itself. This history seems to be that of a progressive ineluctable spread of the lesions at an individual rhythm which is still mostly unclear.

Key words: Cuff tear. – Natural history. – Pathogeny.

Introduction

L'importante prévalence des ruptures de la coiffe des rotateurs pose le problème de leur pathogénie. Résultent-elles d'un état pathologique ou de l'histoire naturelle du tendon à l'échelle de l'espèce (phylogénèse), puis de l'individu (ontogénèse) ? La question n'est pas uniquement intellectuelle, car elle pose le problème de la capacité des thérapeutes à prévenir, ou à interrompre, une évolution tissulaire qui pourrait être inéluctable et irréversible et dont, par ailleurs, une majorité de personnes atteintes ne souffrent ni obligatoirement, ni durablement.

Épidémiologie

La prévalence des symptômes liés à une tendinopathie de la coiffe a été estimée à 1,5 % des consultations de médecine générale au Royaume-Uni [24,31]. Elle ne correspond qu'à la fraction visible, car douloureuse, des lésions tissulaires tendineuses, qui sont majoritairement asymptomatiques. La prévalence réelle des ruptures est donc difficile à évaluer, ainsi que ses variations dans le temps et selon les populations. L'augmentation importante du nombre de patients opérés dans les pays à haut niveau sanitaire ne permet pas d'affirmer que cette prévalence s'accroît, car elle est aussi le reflet

¹Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, CHU de Rennes, 2, rue Henri-Le-Guilloux, 35033 Rennes, France.

des progrès du dépistage paraclinique et des techniques opératoires, parfois dépendantes de paramètres économiques. Il n'existe pas dans la littérature d'étude épidémiologique transversale basée sur l'examen clinique systématique de larges échantillons de populations. De telles études se heurteraient au caractère pauci- ou asymptomatique de la majorité des ruptures de coiffe [51]. Keener et al. ont récemment démontré que la dégradation clinique objective d'une rupture asymptomatique controlatérale à une rupture connue reste minime, voire négligeable par comparaison avec un contrôle d'épaules saines [20]. Moosmayer et al. ont montré que les amplitudes actives et le score ASES (American Shoulder Elbow Surgeons) ne diffèrent pas entre coiffes intactes et rompues au sein d'une population de sujets spontanément asymptomatiques, à l'inverse de la force en flexion et en abduction qui est diminuée en cas de rupture [33]. Seule une étude transversale systématique et reproductible de la force musculaire pourrait donc dépister de façon clinique les ruptures spontanément asymptomatiques. Cette étude n'existe pas actuellement dans la littérature.

L'évaluation de la prévalence des ruptures repose donc sur l'extrapolation à la population générale des résultats obtenus à partir d'études morphologiques transversales de populations données, généralement de faible échantillonnage. Ces études ont d'abord été cadavériques puis elles ont été réalisées sur des populations vivantes, symptomatiques ou non, grâce aux progrès de l'imagerie non invasive. En 1935, la dissection de 98 sujets permet à Keyes de faire trois constats épidémiologiques fondamentaux : la prévalence inattendue des ruptures (partielles dans son étude) du supraépineux, la fréquence de la bilatéralité des ruptures (un tiers des dissections)

et l'augmentation de la prévalence avec l'âge [21]. La variation de la prévalence des ruptures constatées dans les études cadavériques suivantes est liée à la définition variable de celles-ci (complètes ou non) et peut-être aux différences d'âge moyen du décès des populations étudiées (tableau 1). Cette prévalence est de 13 % dans la série de Keyes, dont les sujets sont âgés en moyenne de 63 ans et, 50 ans plus tard, de 28 % dans celle de Petersson, avec un âge moyen de 73 ans [21,36].

Cette augmentation de la prévalence des ruptures avec l'âge, déjà suspectée par Keyes, a été confirmée par les études cadavériques réalisées par tranches d'âge. Osaki et al. ont montré sur 200 épaules que les ruptures incomplètes apparaissent à partir de 50 ans, les ruptures complètes à partir de 60 ans et qu'au-delà de 70 ans, la prévalence des coiffes rompues (ruptures incomplète et complète) dépasse celle des coiffes intactes [35]. Hijioka et al. confirment la notion d'une apparition des ruptures de la face profonde à partir de la décade 50–60 ans, et d'une plus grande prévalence de larges ruptures avec l'âge, mais nuancent cette notion d'aggravation liée à l'âge par le fait que, quelle que soit la tranche d'âge, la prévalence des coiffes intactes reste de 40 % [15].

L'étape suivante a été l'apparition de techniques d'imagerie non invasive qui ont permis de démontrer que des patients asymptomatiques peuvent présenter des lésions tendineuses et musculaires. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) [40,43] a été rapidement supplantée par l'ultrasonographie, plus maniable et moins coûteuse. En 1995, l'étude de Milgrom et al. portant sur 90 volontaires adultes asymptomatiques âgés de 30 à 99 ans a montré que les lésions de la coiffe apparaissent majoritairement dans la 6^e décade

Tableau 1
Prévalences des ruptures de la coiffe dans différentes études cadavériques

Série	Année	n épaules	Âge moyen	Limites	% ruptures
Keyes EL [21]	1935	192	63	–	13 %
Petersson CJ [36]	1984	99	73	(41–93)	28 %
Bigliani LU [5]	1986	142	74,4	(51–97)	24 %
Osaki J [35]	1988	200	72,3	(38–95)	13,5 %
Jerosch J [17]	1991	122	79	(58–95)	30,3 %
Hijioka A [15]	1993	160	69,3	(43–93)	18 %
Lehman C [23]	1995	456	64,7	(27–102)	17 %

Les variations des taux de prévalence peuvent s'expliquer par les âges différents au moment du décès et par une définition non univoque de la rupture tendineuse.

Tableau 2

Prévalences des ruptures transfixiantes de la coiffe diagnostiquées par ultrasonographie sur deux populations de sujets asymptomatiques

Âge (ans)	Tempelhof et al. [42]	Moosmayer et al. [33]
50–59	13 % (22/167)	2,1 % (3/140)
60–69	20 % (22/108)	5,7 % (8/140)
70–79	31 % (27/87)	15 % (21/140)
> 80	51 % (25/49)	–
Total	23 % (96/411)	8 % (32/420)

Les taux observés confirment la progression de la prévalence avec l'âge, mais sont inférieurs à ceux des études cadavériques.

(à partir de 50 ans), que les coiffes saines n'existent plus dans la 7^e décennie, et que les proportions de ruptures sont de plus de 50 % dans cette décennie et de plus de 80 % dans la 9^e décennie [30].

Ces taux élevés, liés au regroupement des ruptures partielles et totales (stade 3 pour Milgrom), sont tempérés par les études de Tempelhof et al. en 1999 et surtout Moosmayer en 2009, qui ont étudié plus précisément la prévalence par tranches d'âge des ruptures réellement transfixiantes (tableau 2) [33,42]. D'après les résultats de ces deux études, la prévalence des ruptures de coiffe dans la population de plus de 60 ans serait de 10 à 30 %. En France, cette population est passée de 7 à 14 millions de 1955 à nos jours (source : Insee). Ainsi, de 1,4 à 4 millions de Français de plus de 60 ans pourraient être actuellement porteurs d'une rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs. Aux États-Unis, Yamaguchi et al. évaluent la population à risque de rupture à 14 millions de personnes [51]. Dans d'autres champs médicaux, on parlerait de problème de santé publique.

Facteurs phylogénétiques de la rupture

La littérature est ici plus spéculative que scientifique. Les ressources habituelles des études phylogénétiques sont la paléanthropologie et l'anatomie comparée. L'objectif est de rechercher les indices de l'évolution musculaire et tendineuse permettant de comprendre l'importante prévalence des ruptures de coiffe chez l'hominoïde bipède qu'est l'homme. Il est tentant de penser que la libération du membre supérieur liée à la

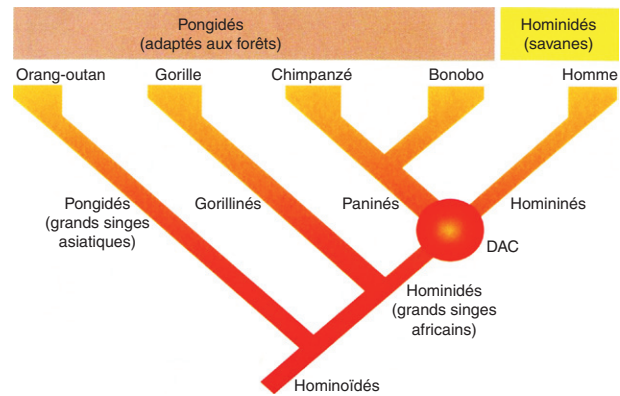


Figure 1. Évolution résumée de la superfamille des hominoïdes [38].

station debout et l'importante utilisation des membres supérieurs dans l'espace, comprenant la manipulation d'outils de plus en plus lourds, ont généré une inadéquation entre ce que l'évolution permet aux muscles et ce que l'homme érigé leur demande. Il est beaucoup plus difficile de le prouver.

Un premier constat est déduit des études paléanthropologiques comparant les squelettes fossiles des différentes branches évolutives de la superfamille des hominoïdes (séparation en hominidés et pongidés puis homininés) [figure 1] [38]. En l'absence de conservation des structures tendineuses, il reste possible de raisonner à partir de l'anatomie des tubercules ou des fosses d'insertion osseuses. Lors du passage à la bipédie, la scapula s'est réorientée d'un plan sagittal vers un plan plus coronal, entraînant des modifications de direction et d'intensité des vecteurs-forces appliqués aux unités tendinomusculaires de la coiffe. Les modifications anatomiques observées peuvent être les conséquences de ces évolutions fonctionnelle et physique. La modification la plus détectable sur l'os fossile est la considérable augmentation de la surface d'insertion du muscle infraépineux sur la scapula et son creusement traduisant l'augmentation du volume et de la force de ce muscle (figure 2) [2]. En anatomie comparée, un second constat est déduit de l'étude des tendons de la coiffe de différentes espèces vivantes contemporaines. Sonnabend et Young ont montré par l'étude anatomique et histologique de 23 espèces de tétrapodes que la particularité essentielle de la coiffe des rotateurs des pongidés et de l'homme est la fusion des quatre tendons au niveau du tubercule majeur, inexistante chez les autres tétrapodes étudiés (mouton, chat...), à l'exception du kangourou des arbres, lui aussi bipède.

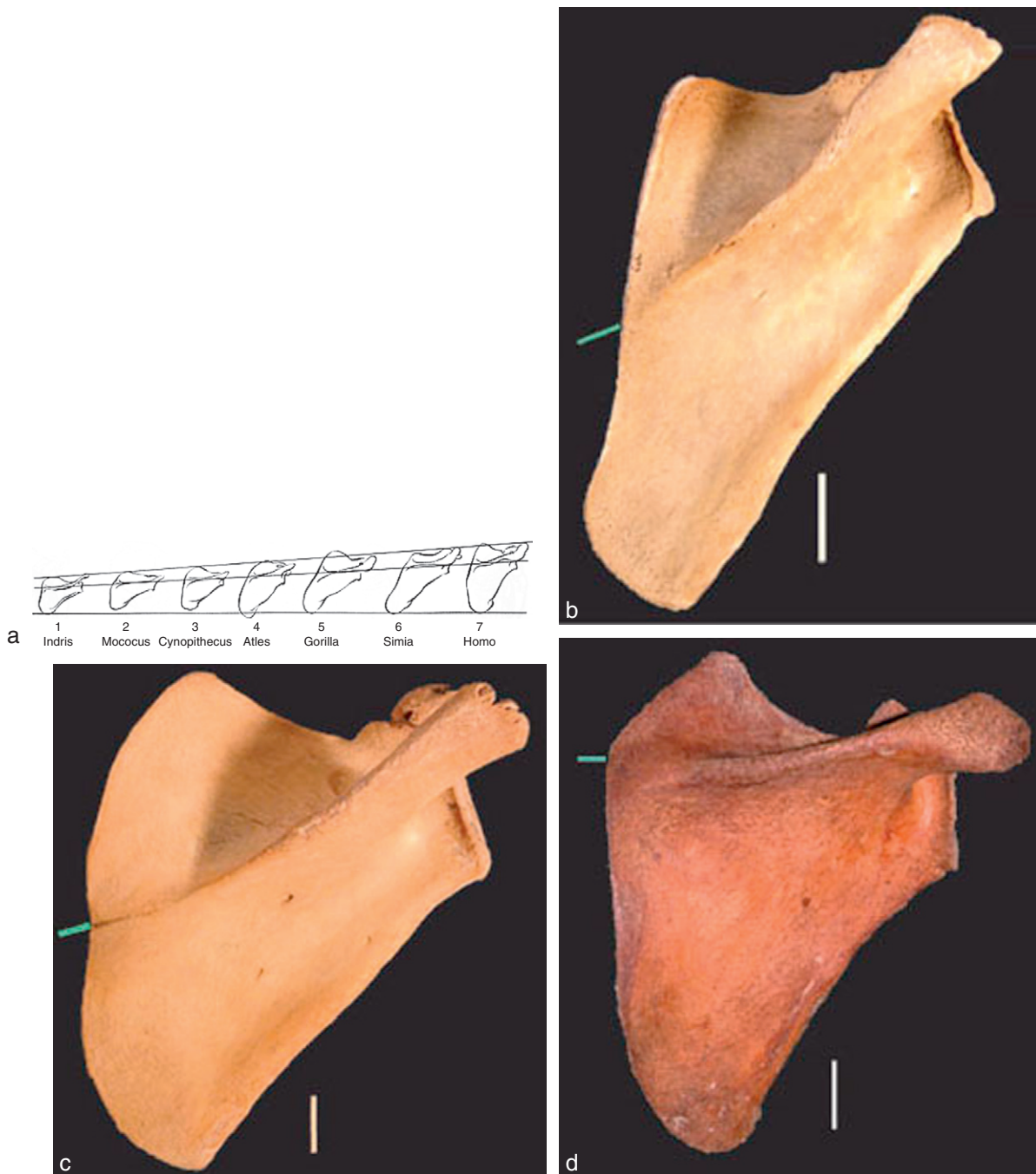


Figure 2. Évolution résumée de la scapula de l'espèce humaine. a. L'évolution de la scapula est marquée dans l'espèce humaine par un changement d'orientation de celle-ci par rapport au thorax (passage du plan sagittal vers le plan coronal) et par l'augmentation de surface et le creusement de la fosse d'insertion du muscle infraépineux. b,c,d. Les trois scapulas droites en vue dorsale sont de gauche à droite celles du chimpanzé, du gorille et d'*Homo sapiens* [2].

Tout se passe comme si le passage du membre supérieur d'un plan fonctionnel strictement sagittal (quadrupédie et passage antéropostérieur du pas) à un plan de plus en plus coronal (bipédie et libération multidirectionnelle de la main) s'accompagnait au contraire de la transformation d'une structure anatomo-

mique purement coronale des tendons à une structure mixte, coronale et sagittale, tissant une véritable coiffe au-dessus de la tête humérale [41]. Ce double tissage tendineux a bien été décrit chez l'homme. Burkhart a identifié une bande antéropostérieure, véritable « pont suspendu tendineux », bien visible en arthroscopie et

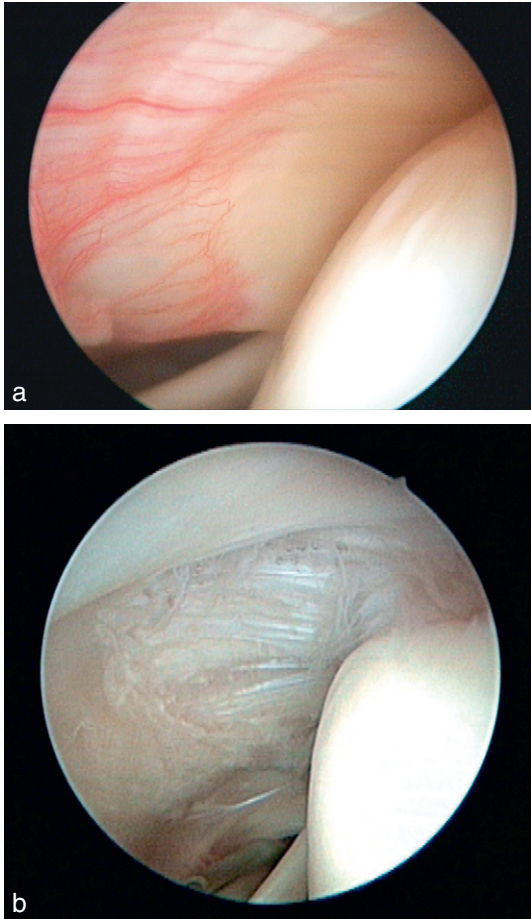


Figure 3. Vues arthroscopiques postérieures du tendon du supraépineux (épaules droites). a. Sur une épaule saine, notez le « rotator cable » arciforme et de direction antéropostérieure, limitant la « crescent zone » pauvre en artériole profonde. C'est à ce niveau que débutent la majorité des ruptures de la face profonde du tendon (b).

formant la limite médiale d'une zone tendineuse qui s'étend latéralement jusqu'à l'empreinte du supraépineux et baptisée « crescent zone » (figure 3) [7]. Fallon et al. ont confirmé dans une étude magistrale la complexité architecturale distale du supraépineux [9].

À la notion d'une structure tendineuse coronale unique doit être substituée celle d'un fibrocartilage d'insertion (2 cm) situé distalement par rapport à une corde antéropostérieure (« rotator cable »), sur lequel viennent converger des fibres tendineuses propres, relativement dissociées les unes des autres (figure 4). C'est la solution architecturale retenue par les mécanismes évolutifs comme la plus adaptée aux forces de compression (ascension de l'humérus) et de tension (mouvements multidirectionnels) imposées par le passage à la bipédie.

Par contraste, l'évolution phylogénétique de la coiffe des rotateurs a probablement « oublié » d'adapter la

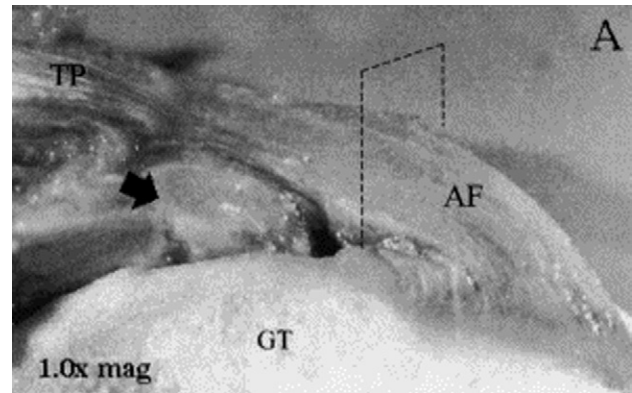


Figure 4. Description de la complexité de la partie distale du tendon du supraépineux (d'après Fallon et al. [9]). Cette microphotographie montre l'entrecroisement des fibres antéropostérieures du « rotator cable » (flèche) avec les fibres longitudinales propres du tendon (TP) et le fibrocartilage distal (AF). La rupture apparaît le plus souvent par la face profonde du tendon au niveau du pointillé.

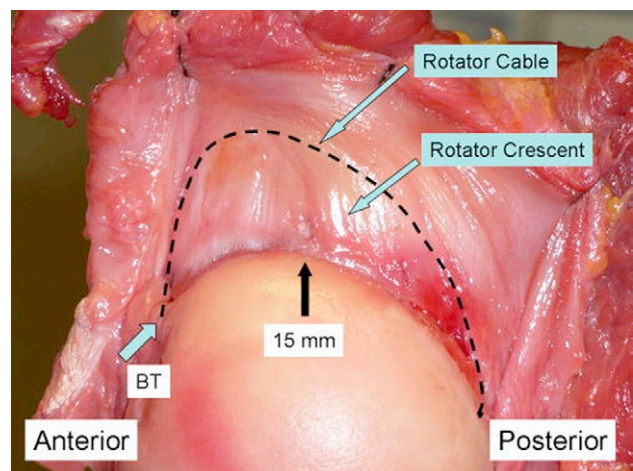


Figure 5. Étude ultrasonographique d'une rupture. Kim et al. [22] ont montré par l'étude ultrasonographique que la rupture débutait majoritairement par la face profonde du tendon du supraépineux (flèche noire), 15 mm en arrière de son bord antérieur (flèche bleue). Cette vue de dissection est à rapprocher des vues endoscopiques de la figure 3.

vascularisation tendineuse distale aux besoins imposés par ces nouvelles contraintes mécaniques. Même s'il ne semble pas exister de zone vasculaire critique fœtale [3], celle-ci est susceptible d'apparaître au fil de la vie et de la souffrance cellulaire [25,39]. L'étude ultrasonographique de 360 ruptures partielles ou complètes par Kim et al. a montré que la rupture s'initiait ainsi de façon presque constante au niveau de cette zone et plus particulièrement 13 mm en arrière du tendon du biceps, à la partie postérieure de la « crescent zone » (figure 5) [22]. Même discutée, cette hypothèse « vasculaire » reste la plus probable. Les lésions histologiques

et cytologiques observées semblent bien celles d'une hypoperfusion tissulaire avec dégénérescence mucoïde, nécrose et calcifications [13,19] responsables d'un triplement des phénomènes apoptotiques, même aux stades préalables à la rupture [47]. Matthews et al. ont confirmé *in vivo* la réduction du métabolisme cellulaire local, majeure au niveau des berges d'une rupture massive, et encore présente à 10 mm de celles-ci [28].

Facteurs ontogéniques de la rupture

Même si la prévalence des ruptures de la coiffe est élevée, le constat quotidien est qu'elles affectent les patients de façon inégale et à des âges différents, voire jamais. Les facteurs ontogéniques, propres à chacun, sont donc probablement multiples et intriqués, à la fois intrinsèques (génétiques, morphologiques...) et extrinsèques (mécaniques...).

Facteurs génétiques et constitutionnels

La bilatéralité des ruptures a été rapidement identifiée [21] et plaide pour une prédisposition génétique qui n'a pour l'instant été rapportée de façon convaincante que par Harvie et al. [14]. D'autres facteurs restent controversés. La prévalence des ruptures semble équivalente dans les deux sexes, même si certaines études transversales ultrasonographiques la retrouvent prédominante chez l'homme [20] et d'autres chez la femme [42]. De même, la dominance manuelle ne semble pas influencer la prévalence de la rupture [42], alors qu'à l'inverse elle favorise logiquement l'apparition des symptômes [20]. Sur le plan morphologique, un acromion « agressif » (type III de Bigliani) n'est que le reflet de l'affaiblissement tendineux responsable d'une cinématique glénohumérale anormale, et ne peut plus être considéré comme une anomalie congénitale responsable à elle seule de la rupture [5,49]. Hyvonen et al. ont montré que l'acromioplastie n'empêchait pas la survenue d'une rupture secondaire [16]. Enfin, une prédisposition à la rupture liée à des anomalies de la version et de l'inclinaison glénoïdiennes a été reconnue par certains [45,46], mais n'a pu être vérifiée par d'autres [18].

Facteurs mécaniques

Un traumatisme vrai est souvent ressenti par le patient comme cause première de la rupture, parfois pour des raisons de compensation économique. Mais comment expliquer l'absence de rupture après luxation glénohumérale avant 30 ans et leur fréquence après 40 ans sinon par l'existence d'une fragilité tissulaire existant

à partir de cet âge ? Le traumatisme pourrait en fait révéler et précipiter une pathologie préexistante et asymptomatique [37]. La responsabilité des micro-traumatismes répétés entre la face superficielle de la coiffe et la voûte sous-acromiale a représenté la théorie pathogénique prédominante pendant les 2 à 3 décades ayant suivi sa description par Neer [34]. Peu d'auteurs soutiennent actuellement cette hypothèse d'une lésion tendineuse créée par un contact qui est en fait physiologique. Les modifications de la forme de l'acromion apparaissent le plus souvent acquises et conséquences de la rupture, et non l'inverse.

Dans leur étude cadavérique (anatomique, radiologique et histologique), Osaki et al. ont montré que des modifications de la face profonde de l'arche sous-acromiale sont toujours associées à une rupture de coiffe, mais qu'à l'inverse une rupture ne s'accompagne pas toujours de modifications de la voûte. La rupture précède donc la modification de l'arche qui apparaît secondaire, introduisant la notion d'un cercle vicieux entre le tendon primitivement malade s'aggravant par contact avec une arche secondairement atteinte [35]. Les mêmes conclusions sont rapportées par Hijioka et al. à travers une étude cadavérique utilisant la microscopie électronique [15].

Facteurs associés (comorbidités)

L'hypothèse d'une rupture d'origine endogène et vasculaire, telle qu'elle a été décrite dès 1931 par Codman puis par Uthoff, apparaît donc dominante [8,48]. Elle permet d'expliquer le rôle de facteurs associés aggravant l'hypoxie tendineuse. Baumgarten et al. ont récemment montré la corrélation entre l'intoxication tabagique (effets dose et durée) et l'existence d'une rupture dans une population de 586 patients explorés ultrasonographiquement pour une épaule douloureuse [4]. Leurs conclusions confirment le caractère prédictif négatif du tabagisme sur les résultats anatomiques des sutures de coiffe, et devraient conduire à exiger l'arrêt de l'intoxication avant toute décision de réparation [26]. L'obésité et son cortège de comorbidités (hypercholestérolémie, diabète, athéromatose) a également été reconnue comme un facteur favorisant les tendinopathies de la coiffe [1,53].

Une telle histoire naturelle peut-elle être réversible ?

Les auteurs se sont longtemps intéressés à la lésion tendineuse, directement visible lors d'une intervention ou d'une dissection, puis plus tardivement au corps musculaire redécouvert grâce aux progrès de l'imagerie. Le concept d'unité tendinomusculaire et l'analyse

de son involution sont les paramètres fondamentaux de la compréhension de cette affection et de son traitement. Cette analyse chronologique représente la clé de voûte du diagnostic d'ancienneté de la rupture et donc, probablement, de sa réparabilité, c'est-à-dire de la capacité de la chirurgie à modifier le cours de cette involution.

Le tendon issu de l'évolution phylogénétique présente chez l'homme une « zone critique » dont les faiblesses biologiques et mécaniques sont exposées aux facteurs propres à chaque patient. La rupture débute majoritairement par la face profonde du tendon du supraépineux (figure 5) [15,22]. Les études transversales, cadavérique et ultrasonographique, donnent l'impression que cette rupture apparaît à la cinquantaine et que ses dimensions augmentent inéluctablement avec l'âge [33]. L'histoire naturelle serait donc celle d'une rupture partielle (profonde le plus souvent) devenant complète, d'abord petite, puis moyenne et grande ou, selon les terminologies, distale, puis intermédiaire et enfin rétractée à la glène. Les études morphologiques longitudinales, seules susceptibles de vérifier ce postulat, sont exceptionnelles et diffèrent par l'état tendineux au début de l'étude, et donc l'âge des patients. Les 70 épaules de Björnsson et al. étaient au stade de tendinopathie non rompue et ont été revues au bout de 15 ans (à l'âge moyen de 60 ans) : seules 18 % ont évolué vers une rupture [6]. À un stade de début de plus, Yamanaka et al. ont suivi 40 ruptures partielles pendant 2 ans avec arthrographie : 30 % sont devenues transfixiantes [52]. Enfin, 23 ruptures transfixiantes constituées mais asymptomatiques ont été suivies ultrasonographiquement pendant 5 ans par Yamaguchi et al. : elles se sont étendues dans 40 % des cas, alors que 60 % d'entre elles ont persisté sans régresser ni s'aggraver.

Ces études relativisent la notion d'inéluctabilité de l'extension de la rupture, mais sans pouvoir préciser le rythme évolutif véritable cette affection [50]. Au total, il est facile de prévoir qu'une rupture ne cicatrise pas, mais plus difficile de prévoir à un instant donné ce que sera l'évolution de sa taille, dont l'aggravation n'apparaît pas aussi systématique que supposé. L'analyse morphologique de la rupture tendineuse a par ailleurs pour limites de confondre perte de substance et rétraction, la seconde n'étant pas évaluable en imagerie, et de ne pas renseigner directement sur la vitalité de ses berges et donc de ses capacités de cicatrisation. Faute de preuves formelles, la conviction reste que l'histoire est bien celle d'une lésion progressant inexorablement en taille et en altération tissulaire. Matthews et al. ont montré, en biopsiant tendons sains et rompus, que les altérations tissulaires morphologiques sont corrélées à l'étendue de la rupture, les meilleures capacités de

cicatrisation (proliférations fibroblastiques, richesse vasculaire) restant l'apanage des petites ruptures [27].

Avec l'imagerie en signal direct (scanner et IRM), le corps musculaire est apparu comme pouvant devenir le marqueur le plus fiable de l'involution tendinomusculaire. Les premières études IRM ont montré que l'atrophie du supraépineux est précisément quantifiable, et qu'elle est corrélée à la taille de la rupture (figure 6) [43]. D'autres études ont montré que cette atrophie continuait de s'aggraver en cas de ruptures itératives après réparation, et qu'elle ne s'améliorait que de façon limitée en cas de suture étanche [10,11,44]. L'involution graisseuse scanographique est le second paramètre témoignant de l'histoire naturelle musculaire [12]. Melis et al. ont réuni une base de 1 688 dossiers permettant une approche quasi épidémiologique de ces paramètres musculaires en fonction de la durée des symptômes et de la localisation antéropostérieure de la rupture. Ces auteurs ont montré que l'atrophie et la dégénérescence graisseuse apparaissent 3 ans après le début des symptômes, deviennent sévères après

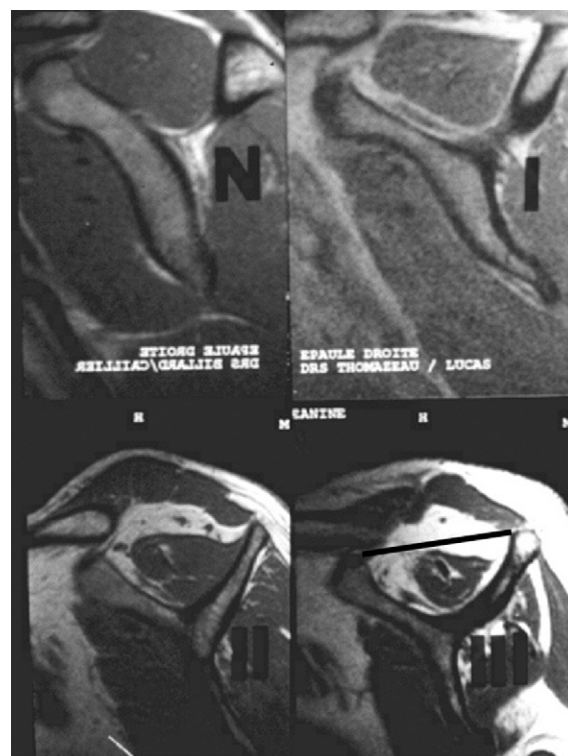


Figure 6. Atrophie du corps musculaire du supraépineux sur la vue sagittale IRM dite « en Y ». À partir du grade II (en bas à gauche), la capacité de cicatrisation du tendon et de récupération du muscle est discutable. Au stade III (en bas à droite) avec un *tangent-sign* positif (corps musculaire du supraépineux ne dépassant plus vers le haut la ligne rejoignant les deux crêtes de la fosse supraépineuse), l'involution de l'unité tendino-musculaire est probablement irréversible [43,54].

5 ans et s'aggravent avec l'étendue de la rupture, confirmant l'impression d'une histoire naturelle inéluctable et plus rapide en cas de traumatisme [29].

Conclusion

La rupture de la coiffe des rotateurs doit être considérée comme une affection de la totalité des unités tendinomusculaires de cette structure, dont l'architecture est propre

à l'espèce humaine. Même en cas d'événement traumatique, celui-ci ne fait le plus souvent que révéler, ou compléter, un processus lésionnel déjà en cours et dont les paramètres principaux sont la date de début et le degré d'involution tissulaire. En clinique humaine, il existe probablement un seuil lésionnel, essentiellement musculaire, au-delà duquel la réparation revient à tenter de ramener à la vie une unité tendinomusculaire dont l'avenir est déjà scellé par l'histoire naturelle du ou des tendons atteints.

RÉFÉRENCES

- [1] Abboud JA, Kim JS. The effect of hypercholesterolemia on rotator cuff disease. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 : 1493–7.
- [2] Alemseged Z, Spoor F, Kimbel WH, Bobe R, Geraads D, Reed D, et al. A juvenile early hominin skeleton from Dikika, Ethiopia. *Nature* 2006; 443 : 296–301.
- [3] Andrieu M, Geffard B, Emily S, Burdin G, Rouleau V, Salame E, et al. Microvascularisation du supraspinatus chez le fœtus. *Rev Chir Orthop* 2007; 93(Suppl. 8) : 5S84.
- [4] Baumgarten KM, Gerlach D, Galatz LM, Teefey SA, Middleton WD, Ditsios K, et al. Cigarette smokers increase the risk for rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 : 1534–41.
- [5] Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986; 10 : 228.
- [6] Björnsson H, Norlin R, Knutsson A, Adolfsson L. Fewer rotator cuff tears fifteen years after arthroscopic subacromial decompression. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 2111–5.
- [7] Burkhart SS, Esch JC, Jolson RS. The rotator crescent and rotator cable : an anatomic description of the shoulder's «suspension bridge». *Arthroscopy* 1993; 9 : 611–6.
- [8] Codman EA, Akerson IB. The pathology associated with rupture of the supraspinatus tendon. *Ann Surg* 1931; 93 : 348–59.
- [9] Fallon J, Blevins FT, Vogel K, Trotter J. Functional morphology of the supraspinatus tendon. *J Orthop Res* 2002; 20 : 920–6.
- [10] Gerber C, Fuchs B, Hodel J. The results of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 2000; 82A : 505–15.
- [11] Gladstone JN, Bishop JY, Lo IKY, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med* 2007; 35 : 719–28.
- [12] Gladstone JN, Bishop JY, Lo KY, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med* 2007; 35 : 719–28.
- [13] Goutallier D, Postel JM, Van Driessche S, Voisin MC. Histological lesions of supraspinatus tendons in full thickness tears of the rotator cuff. *Rev Chir Orthop* 2005; 91 : 109–13.
- [14] Harvie P, Ostler SJ, Teh J. Genetic influences in the aetiology of tears of the rotator cuff : sibling risk of a full-thickness tear. *J Bone Joint Surg* 2004; 86B : 696–700.
- [15] Hijioka A, Suzuki K, Nakamura T, Hojo T. Degenerative change and rotator cuff tears. An anatomical study in 160 shoulders of 80 cadavers. *Arch Orthop Trauma Surg* 1993; 112 : 61–4.
- [16] Hyvonen P, Lohi S, Jalovaara P. Open acromioplasty does not prevent the progression of an impingement syndrome to a tear : nine-years follow-up of 96 cases. *J Bone Joint Surg* 1998; 80B : 813–6.
- [17] Jerosch J, Muller T, Castro WH. The incidence of rotator cuff rupture, an anatomic study. *Acta Orthop Belgica* 1991; 57 : 124–9.
- [18] Kandemir U, Allaire RB, Jolly JT, Debski RE, McMahon PJ. The relationship between the orientation of the glenoid and tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 2006; 88B : 1105–9.
- [19] Kannus P, Josza L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon : a controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg* 1991; 73A : 1501–25.
- [20] Keener JD, Steger-May K, Stobbs G, Yamaguchi K. Asymptomatic rotator cuff tears : patient demographics and baseline shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 1191–8.
- [21] Keyes EL. Anatomical observations on senile changes in the shoulder. *J Bone Joint Surg* 1935; 4 : 953–60.
- [22] Kim HM, Dahiya N, Teefey SA, Middleton WD, Stobbs G, Steger-May K, et al. Location and initiation of degenerative rotator cuff tears. An analysis of 360 cases. *J Bone Joint Surg* 2010; 92A : 1088–96.
- [23] Lehman C, Cuomo F, Kummer FJ, Zuckerman JD. The incidence of full thickness rotator cuff tears in large cadaveric population. *Bull Hosp Joint Dis* 1995; 54 : 30–1.
- [24] Linsell L, Dawson J, Zondervan K. Prevalence and incidence of adults consulting for shoulder conditions in UK primary care; patterns of diagnosis and referral. *Rheumatology (Oxford)* 2006; 45 : 215–21.
- [25] Lohr JF, Uhthoff HK. The microvascular pattern of the supraspinatus tendon. *Clin Orthop* 1989; 10 : 35–9.
- [26] Mallon WJ, Misamore G, Sneads DS, Denton P. The impact of preoperative smoking habits on the result of rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13 : 129–32.
- [27] Matthews TJ, Hand GC, Rees JL, Athanasou NA, Carr AJ. Pathology of the torn rotator cuff tendon. *J Bone Joint Surg* 2006; 88B : 489–95.
- [28] Matthews TJ, Smith SR, Peach CA, Rees JL, Urban JP, Carr AJ. In vivo measurement of tissue metabolism in tendons of the rotator cuff. Implications for surgical treatment. *J Bone Joint Surg* 2007; 89B : 633–8.
- [29] Melis B, De Franco MJ, Chuinard C, Walch G. Natural history of fatty infiltration and atrophy of the supraspinatus muscle in rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 : 1498–505.
- [30] Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, Van Holsbeek M. Rotator cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg* 1995; 77B : 296–8.

- [31] Mitchell C, Adebajo A, Hay E, Carr A. Shoulder pain : diagnosis and management in primary care. *BMJ* 2005; 331 : 1124–8.
- [32] Mochizuki T, Sugaya H, Uomizu M, Maeda K, Matsuki K, Sekiya I, et al. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 2008; 90A : 962–9.
- [33] Moosmayer S, Smith HJ, Tariq R, Larmo A. Prevalence and characteristics of asymptomatic tears of the rotator cuff : an ultrasonographic and clinical study. *J Bone Joint Surg* 2009; 91B : 196–200.
- [34] Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder : a preliminary report. *J Bone Joint Surg* 1972; 54 : 41–50.
- [35] Osaki J, Fujimoto S, Nakagawa Y, Masuhara K, Tamai S. Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A : 1224–30.
- [36] Petersson CJ. Ruptures of the supraspinatus tendon. Cadaver dissection. *Acta Orthop Scand* 1984; 55 : 52–6.
- [37] Pettersson G. Rupture of the tendon aponeurosis of the shoulder joint in anteroinferior dislocation. A study of origin and occurrence of the ruptures. *Acta Orthop Scand* 1942; 77(Suppl.) : 1187.
- [38] Picq P. À l'ouest d'Homo sapiens. *La Recherche* 2007; 4–8.
- [39] Rathburn JB, Macnab I. The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 1970; 52B : 540–53.
- [40] Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg* 1995; 77A : 10–5.
- [41] Sonnabend DH, Young AA. Comparative anatomy of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 2009; 91B : 1632–7.
- [42] Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8 : 296–9.
- [43] Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval JM, Langlais F. Atrophy of the supraspinatus belly associated with rotator cuff pathology. Anatomical study and preliminary radio-clinical results using the MRI oblique-sagittal view (55 MRI). *Acta Orthop Scand* 1996; 67 : 264–8.
- [44] Thomazeau H, Boukobza E, Morcet N, Chaperon J, Langlais F. Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop* 1997; 344 : 275–83.
- [45] Tokgoz N, Kanatli U, Gultekin S, Bolukbasi S, Tali ET. The relationship of glenoid and humeral version with supraspinatus tears. *J Orthop Res* 2004; 22 : 202–7.
- [46] Trétreault P, Krueer A, Zurakowski D, Gerber C. Glenoid version and rotator cuff tears. *J Orthop Res* 2004; 22 : 202–7.
- [47] Tuoheti Y, Itoi E, Pradhan RL, Wakabayashi I, Takahashi S, Minagawa H, et al. Apoptosis in the supraspinatus tendon with stage II subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14 : 535–41.
- [48] Uthoff HK, Loehr J, Sarkar K. The pathogenesis of rotator cuff tears. In : Takagishi N, editor. *The shoulder*. Tokyo : Professional Postgraduate Services; 1987. p. 211–2.
- [49] Yamaguchi K, Sher JS, Andersen WK, Garretson R, Uribe JW, Hechtman K, et al. Glenohumeral motion in patients with rotator cuff tears : a comparison of asymptomatic and symptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9 : 6–11.
- [50] Yamaguchi K, Tetro AM, Blam O, Bradley AE, Teefey SA, Middleton WD. Natural history of asymptomatic rotator cuff tears : a longitudinal analysis of asymptomatic tears detected sonographically. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10 : 199–203.
- [51] Yamaguchi K, Ditsios K, Middleton WD, Hildebolt CF, Galatz LM, Teefey SA. The demographic and morphologic features of rotator cuff disease. *J Bone Joint Surg* 2006; 88A : 1699–704.
- [52] Yamanaka K, Matsumoto T. The joint side tear of the rotator cuff. A follow-up study by arthrography. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 304 : 68–73.
- [53] Wendelboe AM, Hegmann KT, Gren LH, Alder SC, White GL, Lyon JL. Association between body-mass index and surgery for rotator cuff tendinitis. *J Bone Joint Surg* 2004; 86A : 743–7.
- [54] Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscle of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1998; 33 : 163–70.

Les ruptures de la coiffe des rotateurs : étiologies, classifications et diagnostic clinique

P. GLEYZE¹, C. CHAROUSSET², T. JOUDET³

RÉSUMÉ

La coiffe des rotateurs est un des éléments clés de la valeur fonctionnelle de l'épaule. Les ruptures de la coiffe des rotateurs sont consécutives au cumul de facteurs étiologiques héréditaires, physiopathologiques locaux et mécaniques. Quel que soit le facteur étiologique principal et l'état dégénératif ou non de la coiffe, c'est l'application d'une force mécanique trop importante sur une structure anatomique ne pouvant le supporter qui entraînera une rupture.

Les ruptures sont classées en fonction de leur étiologie, plutôt dégénératives ou non, de leur extension antéropostérieure (rupture de un, deux ou trois tendons) et de leur degré de rétraction (rupture distale, intermédiaire et rétractée), directement corrélé à la qualité histologique de l'entité musculotendineuse et en particulier au niveau de dégénérescence graisseuse du muscle sous-utilisé correspondant. Ce niveau de rétraction et de dégénérescence conditionnera la capacité élastique de réduction de la rupture pendant l'intervention en cas de réparation, ainsi que l'avenir anatomique de la réparation.

L'examen clinique est celui d'un individu et de la fonction attendue de son épaule. La neutralisation des tiers facteurs perturbant l'évaluation du patient et de son épaule doit être un travail constant, en pressant les bénéfices secondaires et en épurant l'examen des attitudes réflexes antalgiques et des compensations.

L'examen clinique doit être limité aux tests de dysfonctionnements (signes de conflit), à une idée anatomique simple par le testing de chaque muscle et à l'observation attentive de l'équilibre d'utilisation de cette épaule, une sous-utilisation antalgique générant également des dysfonctionnements et des conflits. Le bilan clinique final doit aboutir au constat d'une valeur fonctionnelle et d'un devenir prévisible qui doit permettre de définir une stratégie thérapeutique adaptée.

Mots clés : Coiffe des rotateurs. – Rupture. – Étiologie. – Classifications. – Diagnostic clinique.

ABSTRACT – ROTATOR CUFF RUPTURES: ETIOLOGY, CLASSIFICATIONS AND CLINICAL DIAGNOSIS

The rotator cuff is one of the key functional elements of the shoulder joint. Ruptures of the rotator cuff are the result of a combination of etiological factors – hereditary factors, local pathophysiological processes, and mechanical factors. No matter what the main etiological factor or the degree of degeneration of the cuff is, it is the application of a mechanical force that is too great onto an anatomical structure that is unable to bear that force that leads to a rupture.

Ruptures are classified according to their etiology: whether degenerative or non-degenerative, their anteroposterior extension (rupture of one, two or three tendons), and the degree of retraction (distal rupture, intermediate or retracted). They are directly correlated to the histological quality of the musculotendinous unit, especially to the level of fatty degeneration in an atrophic muscle. The degree of retraction and degeneration will determine the elasticity, mobility and potential for reduction of the tendon rupture in case of operative repair, as well as the prognosis of an anatomical repair.

The clinical evaluation assesses the individual as well as the functional expectation for the patient's shoulder. Neutralizing any factors that may disturb the objective clinical evaluation of the patient and their shoulder must be a continuous effort. One has to point out the benefits to be gained and instruct the patient to avoid all the pain-induced reflex postures and compensatory mechanisms during mobilization of the shoulder. The clinical examination should be focused on testing dysfunction (impingement signs), on a simple anatomically-based testing of each muscle, and on the careful observation of the balance of use of the shoulder as a pain-induced under-use can also lead to dysfunctions and conflicts.

The final clinical conclusion must lead to a functional value/quantification and predictable outcome that can help determine a therapeutic strategy that is adapted to the patient.

Keywords: Rotator cuff – Rupture – etiology – Classification – clinical examination.

¹ Hôpital Albert-Schweitzer, 300, avenue d'Alsace, 68000 Colmar, France.

² Institut ostéoarticulaire Paris Courcelles, 21, rue Albert-Roussel, 75008 Paris, France.

³ Clinique chirurgicale du Libournais, 119, rue de la Marne, 33500 Libourne, France.

Introduction

L'art médical s'exerce sur la compréhension des phénomènes naturels, sur l'analyse des limites du normal et du pathologique et sur les incidences diagnostiques et thérapeutiques qui peuvent en découler [7].

Ces principes s'appliquent également à la coiffe des rotateurs, aussi souhaiterions-nous, en préambule à ce chapitre, revenir sur quelques éléments de réflexion.

Notre conception de la coiffe est que celle-ci est intègre. Il nous semble donc évident de considérer que la rupture de l'un ou l'autre des tendons de la coiffe des rotateurs est une lésion anatomique, c'est-à-dire une altération significative de sa normalité, et que cette lésion doit être diagnostiquée et traitée comme étant pathologique.

La difficulté est de définir en quoi une altération de la coiffe est pathologique ou non [33].

À compter du moment où une coiffe présente une atteinte, même minime, il est important que nous sachions si celle-ci est normale ou pathologique, car nous en déduirons les arguments de nos choix thérapeutiques, considérant qu'il n'est pas indiqué de traiter un état anatomique qui n'est pas pathologique ou qui n'a pas le potentiel pour générer un état pathologique.

Le vieillissement physiologique de la coiffe est une normalité. Celle-ci ne doit être traitée que si nous avons la certitude que la thérapeutique proposée pourra éviter l'apparition de symptômes pathologiques. Une douleur et/ou un handicap, eux, doivent être traités, car ils ne peuvent être considérés comme normaux.

En matière de rupture de la coiffe des rotateurs, nous avons donc jusqu'à présent toujours réfléchi en termes de causes à effets et directement relié la rupture aux symptômes.

Les bons résultats de nos opérations ont toujours été attribués à nos réparations chirurgicales, sans que l'on sache vraiment que celles-ci n'empêchaient pas à terme de nombreuses ruptures itératives, et que les bons résultats cliniques étaient en grande partie dus aux gestes opératoires symptomatiques comme l'acromioplastie et à l'environnement thérapeutique éducatif et de rééducation, qui permettait des résultats satisfaisants même en cas de ruptures itératives. Les premières analyses du résultat des coiffes réparées avec contrôle anatomique ne datent que de 1994 [9, 19, 32].

Une solution de continuité de quelques millimètres dans une zone de tendon atone ne peut être directement responsable de la douleur et de la gêne clinique. Ce sont les conséquences du déséquilibre induit par la rupture qui feront apparaître les symptômes en altérant le recentrage dynamique de la glénohumérale et en générant des dysfonctionnements.

Toute réflexion sur la rupture de la coiffe doit donc envisager trois choses :

- l'état anatomique ;
- les conditions d'utilisation de la coiffe qui conditionnent l'expression clinique ;
- l'état clinique objectif.

La négligence du deuxième élément risquera d'induire des erreurs diagnostiques en imputant exclusivement à une rupture ce qui peut relever d'une mauvaise utilisation de la coiffe et des erreurs thérapeutiques, en réparant ou en opérant inutilement des coiffes dont nous aurions dû essayer au mieux de corriger les conditions d'utilisation auparavant.

Un praticien expérimenté dans la prise en charge des épaules sait qu'il n'y a pas de corrélation systématique entre l'état de la coiffe et l'expression clinique des dysfonctionnements de l'épaule.

Nous connaissons tous des patients dont les douleurs diurnes et nocturnes sans fin n'avaient aucun substratum anatomique, et nous avons également tous découvert des patients jeunes et « quasi » asymptomatiques avec des ruptures du supraépineux déjà dégénérées et évoluant depuis plusieurs années.

Il est également important d'intégrer que l'insertion tendineuse est l'aboutissement mécanique d'une entité musculotendineuse dont la partie musculaire doit impérativement être prise en compte dans notre réflexion, puisqu'elle signe l'ancienneté de la lésion et qu'elle conditionne l'avenir de la réparation que nous allons peut-être réaliser [28].

En pratique, il nous faudra donc :

- apprécier l'état anatomique et son rapport au tableau clinique :
 - l'état anatomique : il nous faut apprécier ce qui peut être considéré comme normal et pathologique. Un état anatomique non intègre mais normal compte tenu de l'âge et ne générant pas ou ne pouvant générer à terme de symptômes pathologiques ne peut être sujet à réparation, quels que soient les signes cliniques. Un état pathologique doit être réparé, car il génère ou il va générer des symptômes pathologiques, quels que soient les signes cliniques ;
 - les signes cliniques : il faut évaluer ceux qui relèvent de la rupture (la faiblesse du muscle) et ceux qui relèvent des modalités d'utilisation de la coiffe (ces signes peuvent être induits par la rupture, mais peuvent également être présents à l'identique sans lésion anatomique de la coiffe).
- avoir une vision opérationnelle de l'état de cette coiffe :
 - savoir classer la rupture en fonction de nos besoins : ses caractéristiques anatomiques (la taille, la qualité de l'entité musculotendineuse, la dégénérescence graisseuse, etc.), sa « réparabilité » pratique

(type anatomique, extension postérieure, accès chirurgical, ruptures combinées, etc.), son impact clinique ou non ;

– associer l'état de la coiffe à l'histoire naturelle du patient et au risque de rupture itérative.

Le but de ce chapitre intégrant les étiologies, les classifications et l'examen clinique est de présenter un processus pratique que nous proposons en trois stades :

- assimiler les étiologies des ruptures : ce qui est normal et ce qui ne l'est pas, et comment les différentes étiologies peuvent se classer et surtout s'intriquer ;
- maîtriser les classifications utiles : une classification est un outil de communication, pour comprendre, pour décrire, pour apprécier le caractère réparable ou non de la lésion, pour planifier un geste chirurgical et en apprécier la valeur et le bénéfice à terme en fonction de l'histoire naturelle de la coiffe de chaque patient ;
- démembrer les données du diagnostic clinique : nous essayerons de distinguer les signes de « dysfonctionnement » de l'épaule des signes plus directement liés à l'état anatomique de la coiffe.

Étiologies

Rappel

La rupture de la coiffe est une solution de continuité partielle ou complète de la structure anatomique. Les étiologies des ruptures de la coiffe sont multiples et intriquées, ce qui peut facilement aboutir à un catalogue sans fin entre les causes dites « extrinsèques » ou liées à des facteurs mécaniques, « intrinsèques » car dues à des éléments biologiques et/ou dégénératifs, et les tiers facteurs multiples liés à chaque individu. Au-delà de la présentation des différentes étiologies, nous allons proposer une réflexion systématisée des causes des ruptures au travers d'un schéma fonctionnel adapté à l'exercice clinique quotidien et donc utile à la décision thérapeutique [24].

Les étiologies des ruptures de la coiffe doivent se rechercher dans l'étude des tissus (coiffe des rotateurs, bourse sous-acromiale et structures capsuloligamentaires), des contenants osseux et articulaires (voûte acromiale et coracohumérale, articulation glénohumérale), de l'état génétique de chaque structure anatomique, de l'usage que l'on en fait (niveau d'activité) et du temps qui passe [59]...

Synthèse des étiologies : un graphique dynamique (figure 1)

Le temps qui passe

Il constitue l'abscisse du graphique proposé. C'est une progression linéaire immuable et on peut considérer qu'un bornage décennal correspond à la pratique clinique

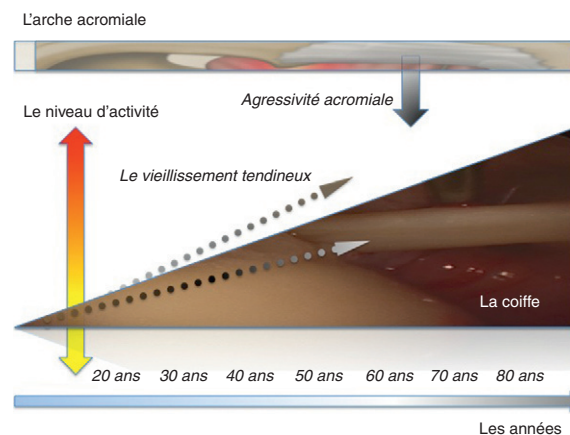


Figure 1. Jeu des facteurs contribuant à la survenue des symptômes et des ruptures.

que (vieillesse physiologique, charge fonctionnelle cumulée de l'épaule avec les ans, réaction différente en fonction de l'âge des structures anatomiques à l'utilisation de l'épaule, sous-utilisation, surutilisation, composantes microtraumatiques et traumatismes vrais, etc.) [33].

Les fondements génétiques de la coiffe [58]

L'état de l'entité musculotendineuse est variable d'un individu à l'autre (masse musculaire, qualité des insertions tendineuses, qualité osseuse, biomécanique spécifique de chaque articulation, etc.), une zone de bas débit située à la face inférieure de la partie distale du supraépineux constitue une zone à risque majoré de rupture [56]. Certaines études avancent des facteurs génétiques/familiaux pour la bourse ou la prévalence des ruptures difficiles à certifier, compte tenu du nombre de co-corrélations non maîtrisées [31].

L'état de l'entité musculotendineuse

Elle constitue le triangle du graphique. La pente du triangle est d'autant plus élevée que le vieillissement tissulaire est rapide et important. On admet sur le graphique une pente moyenne normale physiologique de 45°. Une pente plus plate symbolise un vieillissement plus lent. Une pente plus abrupte montrera un vieillissement plus rapide des tissus. L'état de l'entité musculotendineuse dépend de l'âge physiologique, c'est-à-dire du cumul des facteurs génétiques correspondant à l'état original individuel, additionné des contraintes mécaniques et physiologiques liées à l'activité et au vieillissement individuel. Tout facteur pathologique pouvant altérer les tissus accélère le vieillissement tendineux et est considéré comme augmentant le risque

de microrupture puis de rupture (maladies générales, médications [chimiothérapie, etc.], habitus [alcool, tabac, surpoids, etc.]) [33]. La préexistence d'une rupture de la coiffe constitue un facteur de risque ajouté car potentiellement extensible, en particulier lorsqu'elle n'est pas diagnostiquée (cas du patient jeune présentant une rupture limitée bien compensée par une musculature résiduelle importante et masquant l'essentiel de la symptomatologie clinique).

L'état du contenant osseux et des structures articulaires

La barre supérieure du graphique symbolise la voûte acromioclaviculaire et les altérations biomécaniques liées aux atteintes de l'articulation glénohumérale. La hauteur standard de la barre sur le graphique correspond à un contenant osseux et à une structure articulaire optimale et donc non pathologique [4]. Une barre abaissée illustre un acromion agressif et/ou un dysfonctionnement glénohuméral potentiellement générateur d'une altération du recentrage glénohuméral susceptible de favoriser un conflit sous-acromial ou antéro-interne. Les facteurs étiologiques liés aux structures osseuses et articulaires sont la morphologie acromiale et son évolution dans le temps [51], les acromions ronds ou en crochet ainsi que l'existence d'un acromion bipartita, qui sont des facteurs de risques d'atteintes mécaniques de la coiffe et donc de rupture [52], et le vieillissement de la voûte avec formation d'un bec sous-acromial dégénératif ou d'une calcification dégénérative de l'insertion supérieure du ligament acromioclaviculaire augmente le risque de rupture [52]. Les éléments anatomiques pouvant altérer le recentrage glénohuméral avec impact mécanique sur l'arche acromioclaviculaire [53] sont aussi les raideurs durables de l'épaule avec perte du recentrage dynamique et les altérations cartilagineuses et biomécaniques liées à l'arthrose glénohumérale et acromioclaviculaire [36].

Le niveau d'activité du patient et son retentissement sur la coiffe [57,63]

Le niveau d'activité sur le dessin est symbolisé par la montée (activité élevée) ou la descente (activité moindre) du triangle représentant l'entité musculotendineuse. Le triangle est placé à une hauteur correspondant à une activité standard adaptée à la morphologie du patient, en partant du principe que l'entité musculotendineuse est optimale dans son fonctionnement et sa puissance de recentrage. Un triangle plus en hauteur montre un niveau d'activité plus

important et/ou l'existence de microtraumatisme(s) ou de traumatisme(s) vrai(s) ou une incapacité musculaire à recentrer la tête par baisse du potentiel musculaire de recentrage par sous-utilisation. Les facteurs étiologiques liés au niveau d'activité sont :

- une « surutilisation » de l'articulation glénohumérale par rapport à la capacité de recentrage dynamique de l'entité musculotendineuse générant un conflit mécanique sous-acromial ou antéro-interne. La coiffe est dépassée. Les causes peuvent être des activités sportives et professionnelles avec microtraumatismes (sports de lancer, musculation non maîtrisée, gestes répétitifs surtout en hauteur, maladies professionnelles avérées, etc.), traumatismes vrais, accidents (impacts directs, torsions, luxations, etc.);
- une « sous-utilisation » de l'articulation glénohumérale avec perte du potentiel de recentrage dynamique de la glénohumérale par muscles insuffisants ou de fonctionnement mal équilibré [45]. La coiffe n'est pas assez puissante. Les causes peuvent être un dysfonctionnement glénohuméral de quelque nature que ce soit, comme par exemple des réflexes antalgiques durables (contractures du trapèze, contractures paracervicales, dyskinésies scapulothoraciques, etc.), une raideur d'épaule persistante [57], une insuffisance musculaire avec un déséquilibre du recentrage glénohuméral par sous-utilisation physiologique de l'épaule.

Points importants

- L'épaule « sous-utilisée » : ce cas de figure est souvent occulté et mal évalué au quotidien. La réalité symptomatologique des épaules douloureuses alors qu'elles sont peu, pas ou mal utilisées oblige à constater l'échec du recentrage dynamique de la glénohumérale, ce qui est potentiellement générateur de conflit et de ruptures de la coiffe.
- Rupture traumatique : un patient présentant une rupture de la coiffe peut sans risque mobiliser immédiatement son épaule. En l'absence de nouveau traumatisme, on ne peut concevoir qu'une mobilisation physiologique de l'épaule puisse étendre la rupture de la coiffe.
- Rupture ancienne : la coiffe résiduelle permet souvent, si elle est de bonne qualité et de musculature suffisante, de compenser la perte d'une partie de la coiffe [63] et de limiter, au moins pour un temps, le conflit sous-acromial douloureux. En l'absence de nouveau traumatisme ou d'une surutilisation flagrante, la préservation, l'entretien et la musculation de la coiffe résiduelle ne peuvent pas être considérés comme des facteurs d'extension de la rupture.
- On peut avancer que le vieillissement physiologique de l'épaule mène des microruptures aux ruptures

partielles puis aux ruptures transfixiantes, et ce pour un niveau d'activité adapté à l'âge et sans dysfonctionnement particulier. L'adaptation du niveau d'activité et la limitation des traumatismes doit permettre, par l'utilisation du potentiel de recentrage dynamique de la coiffe résiduelle, de compenser cliniquement les signes cliniques induits par certaines ruptures sans majorer le risque de rupture de la coiffe restante.

Conclusion

L'épaule est un tout anatomique et fonctionnel dont l'utilisation et le fonctionnement doivent être adaptés afin de préserver tout au long de la vie la fonction et l'antalgie. On peut considérer qu'une microrupture est physiologique avant 50 ans, qu'une rupture partielle non transfixiante peut l'être après 50 ans et qu'une rupture transfixiante est quasi physiologique au-delà de 60 ans. Plus que cela, c'est l'existence d'un état pathologique ou non, actuel ou potentiel, qu'il faut considérer lorsque l'on recherche les étiologies des ruptures de la coiffe. Le patient a-t-il mal ? Quel est son handicap actuel et prévisible ? Quel est l'état de sa coiffe au jour de la consultation et son risque de lésion à terme ? Quels sont les facteurs étiologiques que l'on peut maîtriser ? Par adaptation de la charge fonctionnelle ? Par un geste sous-acromial ? Par la réparation de ce qui peut l'être ? Il nous faut donc connaître les étiologies des ruptures et avoir une vision claire des facteurs de risque actuels et à venir afin de pressentir au mieux le devenir de l'épaule de chaque patient.

Classification des ruptures de la coiffe

Introduction

Les classifications sont conçues pour ordonner les connaissances sur un thème donné. Chaque classification relève d'une vision et d'une fonctionnalité particulières. On distingue donc, par convention, les classifications « artificielles » qui permettent de classer et de retrouver rapidement des données de connaissance et dont les critères sont souvent arbitraires, des classifications « naturelles » dont le but est de rapprocher des données qui ont des ressemblances ou des complémentarités [42]. Une même rupture peut ainsi être classée « rupture dégénérative ou traumatique » sur la base d'une classification étiologique et également décrite comme étant une « rupture en L ou en U » lorsque l'on utilise une classification opératoire. La difficulté est donc d'identifier la classification qui sera utile à un questionnement précis correspondant à

un besoin pratique. Nous allons essayer dans ce chapitre de proposer une vision fonctionnelle des principales classifications existantes afin que le lecteur puisse en tirer le meilleur parti possible pour sa pratique quotidienne.

Nous avons besoin de connaissances « classées » dans notre pratique quotidienne :

- pendant le processus diagnostique, pour comprendre pourquoi et comment cette lésion ou ces lésions sont apparues, afin d'améliorer l'exercice clinique, et pour savoir si la lésion suspectée est infra- ou supraclinique, afin de décider d'investigations supplémentaires ou non ;
- pendant le processus thérapeutique, pour connaître les différents types de rupture de la coiffe afin de les identifier au mieux, savoir si une rupture donnée est réparable afin d'adapter la stratégie thérapeutique avant ou pendant l'opération, et savoir quel est le pronostic anatomique et/ou fonctionnel de cette rupture réparée et non réparée afin de définir la stratégie thérapeutique.

Nous avons pointé dans cette liste la notion d'un classement infra- et supraclinique des ruptures. Cela nous semble essentiel, car le praticien doit avoir conscience que certaines ruptures peuvent ne pas avoir d'expression clinique : on parle ainsi de rupture « infraclinique », alors que la lésion existe et peut relever d'un geste thérapeutique.

Présentation des différentes classifications

Classification utile à la compréhension de la survenue d'une rupture : « rupture dégénérative ou traumatique »

Principe de la classification

Nous avons vu dans le paragraphe traitant des étiologies que les causes et facteurs favorisant les ruptures étaient multiples, complexes et intriqués du fait en particulier de l'équilibre constamment modifié entre l'évolution naturelle dégénérative de la coiffe et les contraintes mécaniques qui lui sont imposées. On parle donc en langage médical courant de ruptures « dégénératives » et de ruptures « traumatiques ».

Synthèse de la classification

Aucune rupture n'est purement dégénérative du fait des contraintes mécaniques obligées de l'épaule en mouvement, mais on peut s'accorder à penser qu'à partir d'un certain âge et en l'absence de symptomatologie douloureuse et de handicap autre que celui de

l'involution globale liée au vieillissement, une rupture peut être considérée comme étant physiologique et donc dégénérative pure. Une rupture purement traumatique peut être acceptée s'il s'agit d'un épisode traumatique considéré comme accidentel, c'est-à-dire rompant avec le continuum de la vie mécanique normale de l'épaule. Le plus souvent, la survenue d'une rupture est liée à l'intrication de ces deux facteurs. L'élément traumatique est suffisamment puissant pour rompre un tendon préalablement (le plus souvent) déjà altéré. Il peut donc s'agir d'un choc minime ou d'un simple mouvement brusque entraînant la rupture de fibres déjà très altérées, ou d'un choc violent sur une coiffe jeune et indemne de toute altération dégénérative. Se pose la difficulté d'attribution des causes de la rupture dans les contextes médico-légaux et socioprofessionnels de nos sociétés.

Classification utile à l'examen clinique : rupture infraclinique, subclinique ou supraclinique

Principe de la classification

L'examen clinique est un temps important de la prise en charge des ruptures de la coiffe. La difficulté est que la notion de rupture est une notion anatomique concernant des structures « cachées ». L'examen clinique cherchera à poser le diagnostic le plus précis possible de la rupture, de son étendue, de son caractère anormal ou non, mais un examen clinique peut être normal en présence de lésions de la coiffe. Nous proposons donc une classification clinique.

Synthèse de la classification

Les ruptures infracliniques sont les lésions existantes mais qui ne peuvent être mises en évidence par un interrogatoire et un examen clinique complets. On individualise aussi les ruptures « subcliniques » pour lesquelles il n'y a pas d'élément clinique objectif net permettant de poser un diagnostic, mais un « climat de suspicion » cumulant des éléments convergents devant faire évoquer la possibilité d'une rupture. Les ruptures cliniques sont celles dont les éléments cliniques, bien qu'indicatifs et rarement déterminants, sont en faveur d'une rupture de la coiffe. On peut aussi évoquer le « faux tableau » de rupture lié à l'intensité douloureuse avec altération du fonctionnement musculotendineux et greffe sur une clinique de conflit douloureux et/ou d'enraidissement de signes pouvant faire évoquer une rupture et un affaiblissement musculaire.

Proposition de classification anatomoclinique

Ruptures infracliniques

- On peut considérer que les lésions suivantes relèvent du pathologique, mais peuvent n'avoir aucune incidence sur l'examen clinique :
 - les ruptures partielles ou transfixiantes de taille limitées dans la mesure où la force musculaire résiduelle de la coiffe compense le dysfonctionnement potentiel induit par ces lésions ;
 - les ruptures ou désinsertions partielles du long biceps [62] avec ou sans subluxation du corps tendineux, avec ou sans atteinte du ligament glénohuméral médial ou latéral avec les mêmes mécanismes compensateurs.

Rupture subclinique

- L'épaule n'est pas considérée comme anormale par le patient mais est présentée comme différente de ce qu'elle a pu être (« ça va, mais ce n'est plus comme avant »). Ce peut être une histoire microtraumatique ou traumatique plus ou moins négligée chez un patient à bonne puissance musculaire pouvant compenser une éventuelle lésion (travailleur à son compte, sportif), un conflit, une tendinite du long biceps, même minime mais qui « ne passe pas », etc.

Rupture clinique

- Les signes cliniques sont positifs et permettent d'évoquer une rupture (la clinique des ruptures sera traitée dans le dernier paragraphe de ce chapitre).

« Faux tableau de rupture »

- Les signes cliniques de conflit et de rupture de coiffe sont possiblement positifs, mais il n'y a pas lésion de la coiffe. Cela correspond souvent à un affaiblissement de la coiffe par réflexe antalgique, sous-utilisation et souvent raideur, ce qui peut simuler une rupture voire une épaule que l'on pourrait juger pseudoparalytique si l'examen clinique est superficiel.

Classifications utiles au classement anatomique des lésions

- Principe de ces classifications : décrire les lésions anatomiques afin de faciliter leur classement.
- Synthèse de ces classifications :
 - la profondeur de la rupture : on définit les ruptures partielles comme étant plus ou moins profondes mais non transfixiantes. Les ruptures partielles superficielles atteignent la face superficielle du tendon, les ruptures partielles profondes touchent la face profonde du tendon et les ruptures transfixiantes perforent le tendon et entraînent une communication entre la cavité glénohumérale et l'espace sous-acromial ;

– l'étendue de la rupture : on décrit la rupture isolée du supraépineux, de l'infraépineux, du subscapulaire, de l'intervalle des rotateurs et du long biceps, et les ruptures associant plusieurs tendons (rupture du supraépineux et de la partie supérieure de l'infraépineux, rupture du supraépineux et de l'infraépineux, rupture du supraépineux et de la partie supérieure du subscapulaire, rupture du supraépineux et du subscapulaire, rupture partielle ou complète du long biceps associée).

- Principaux auteurs : en 1934, Codman [10] définit le principe de la rupture partielle ou transfixiante et pose les fondements d'une analyse des lésions tendineuses. En 1944, McLaughlin [48] précise qu'une rupture peut être transversale, verticale ou rétractée puis, en 1990–1991, Ellman et Snyder [17,62] formalisent la combinaison de la profondeur et de l'étendue des lésions et créent un système de codage facilitant la transmission de l'information descriptive des lésions. En 2007, Lafosse [41] démembre et décrit les différentes lésions du subscapulaire.

- Classifications les plus fréquemment utilisées :

- Ellman [17] :

- grade 1 : rupture partielle de moins de 3 mm de profondeur ;
- grade 2 : rupture partielle de 3 à 6 mm de profondeur et n'excédant pas la moitié de l'épaisseur du tendon ;
- grade 3 : rupture partielle de plus de 6 mm de profondeur.

- Snyder [62] :

- profondeur de la rupture : la rupture complète transfixiante est codée « C » complète, la rupture partielle côté articulaire est codée « rupture partielle profonde » (A) et la rupture partielle superficielle « B » pour les lésions de la face supérieure de la coiffe. La profondeur de l'atteinte est codée comme suit : « 0 » : coiffe sans atteinte des fibres tendineuses mais avec irrégularité de la surface, de la synoviale ou de la bourse en regard ; « I » : inflammation et flammèches de quelques fibres tendineuses, étendues sur une surface inférieure à 1 cm ; « II » : inflammation et rupture de quelques fibres tendineuses, étendues sur une surface inférieure à 2 cm ; « III » : flammèches et lésions de fibres tendineuses pouvant atteindre toute la surface d'un tendon, le plus souvent le supraépineux, pour une surface moyenne inférieure à 3 cm ; « IV » : lésions des fibres tendineuses associant flammèches et ruptures de fibres, parfois lambeaux tendineux, les lésions atteignant plus d'un tendon pour une surface moyenne supérieure à 3 cm (figure 2) ;
- localisation de l'atteinte : on distingue les ruptures du supraépineux (supraspinatus [SS]), de

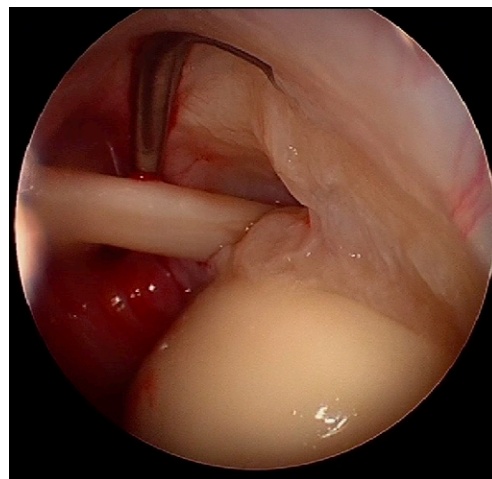


Figure 2. Rupture partielle profonde du supraépineux.

l'infraépineux (infraspinatus [IS]), du subscapulaire (subscapularis [SbS]) et de l'intervalle des rotateurs (rotator interval [RI]).

- Lafosse [41] individualise la lésion partielle du tiers supérieur du subscapulaire, la lésion complète du tiers supérieur, la lésion complète des deux tiers supérieurs, la lésion complète du tendon avec tête centrée et dégénérescence graisseuse inférieure au stade 3 et la lésion complète du tendon avec tête excentrée, conflit coracoïdien et dégénérescence graisseuse supérieure au stade 3.

Classifications utiles à la réparation des tendons

- Principe de ces classifications : permettre à l'opérateur d'évaluer la difficulté technique de la réparation envisagée en fonction de la forme et de l'étendue de la lésion.

- Synthèse de ces classifications : la taille de la rupture doit être évaluée, et en particulier les extensions antérieures et postérieures (inférieures pour le sous-scapulaire). La forme de la rupture doit être appréciée au mieux compte tenu de l'adaptation de la technique de réparation (rupture linéaire, en « L », etc.). Le degré de rétraction des tendons lésés par rapport à la glène est un facteur pronostique majeur de la « réparabilité » de la coiffe. Le degré de dégénérescence de l'entité tendinomusculaire est un critère d'élasticité important conditionnant la possibilité de réduction de la lésion et de bon positionnement du tendon réparé (figure 3).

- Principaux auteurs :

- évaluation de la taille de la rupture :

- en 1985, Cofield [11] distingue les ruptures de petite taille (moins de 1 cm), de taille moyenne (1 à 3 cm) et massive (plus de 5 cm) ;

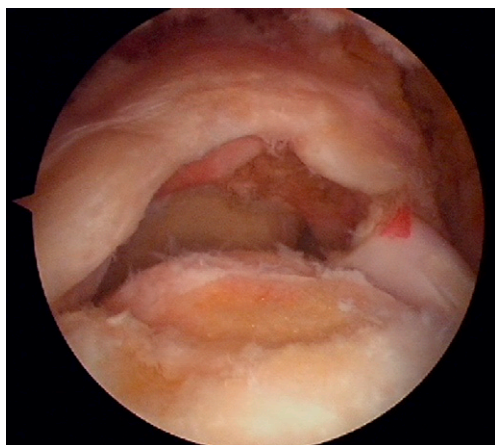


Figure 3. Rupture rétractée du supraépineux et de la partie supérieure de l'infraépineux.

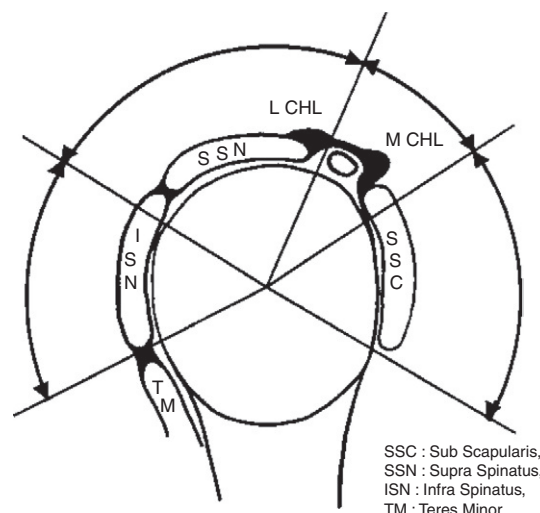


Figure 4. Typologie sagittale des ruptures. TM : teres minor; ISN : infraspinaux; SSN : supraspinatus; L CHL : ligament coraco-huméral latéral; M CHL : ligament coracohuméral médial; SSC : subscapularis.

- en 1988, Patte et Goutallier [54] évaluent l'importance de l'évaluation des extensions antérieures et postérieures des lésions et proposent un classement précisant le nombre de tendons atteints (1, 2 ou 3);
- en 1990, Neer [50] précise que la taille de la rupture s'évalue avant et après résection des bords d'apparence dégénérative de la rupture jusqu'à obtention d'un bord libre avivé;
- en 1993–1994, Walch décrit et classe les subluxations et luxations du long biceps [71] et intègre le long biceps dans l'étude et la classification des lésions de la coiffe, et en particulier l'impact du long biceps sur les atteintes de l'intervalle des rotateurs [70];
- en 2000, Thomazeau, Gleyze et la SFA [65] proposent un schéma des extensions antérieures et postérieures des ruptures correspondant au bilan visuel arthroscopique (figure 4) et étudient les limites de l'interprétation endoscopique de l'extension des ruptures;
- en 2010, Davidson et Burkhart [13] décrivent les différentes extensions des ruptures et leur incidence sur la cicatrisation des ruptures réparées par technique endoscopique.
- évaluation de la forme de la rupture :
 - en 1993, Ellman [16] reprend les descriptifs anciens et classe en les décrivant les différentes formes de rupture (en ogive, en « L », en « L » inversé, en trapèze, massive);
 - en 2001, Burkhart [6] propose une classification des différentes formes de rupture.
- évaluation du degré de rétraction de la rupture :
 - en 1944, McLaughlin [48] est le premier à constater l'existence de ruptures rétractées;

- en 1990, Neer [50] intègre la notion de rétraction avant et après résection du bord libre dégénéré de la rupture;
- en 2000, Thomazeau et Gleyze [65] utilisent une classification en trois types (ruptures distales, intermédiaires et rétractées à la glène) permettant une codification radiologique préopératoire simple corrélée avec les constats endoscopiques (figure 5).
- évaluation du degré de dégénérescence et de l'élasticité de l'entité tendinomusculaire lors du geste de réparation éventuel :
 - en 1989, Goutallier et Bernageau [27] posent les fondements de l'étude de la dégénérescence graisseuse comme élément pronostique majeur du devenir des coiffes rompues;
 - en 1990, Neer précise l'importance de la résection distale des zones dégénératives des tendons désinsérés avec l'aspect péjoratif pronostique que peut représenter une résection importante majorant la taille de la rupture et les difficultés de réduction [50];
 - en 1997, Thomazeau [64] définit les critères IRM (imagerie par résonance magnétique) permettant d'évaluer le degré de dégénérescence graisseuse et donc la réductibilité peropératoire de la rupture;
 - en 2005, Charrouset [8] évalue par scanner les corrélations entre la taille des ruptures et la dégénérescence graisseuse;
 - en 2010, Walch [49] étudie l'histoire naturelle de la dégénérescence graisseuse des tendons rompus.
- Classifications les plus fréquemment utilisées :
 - la classification de Patte et Goutallier [54] couplée à celle de la Société française d'arthroscopie (SFA)

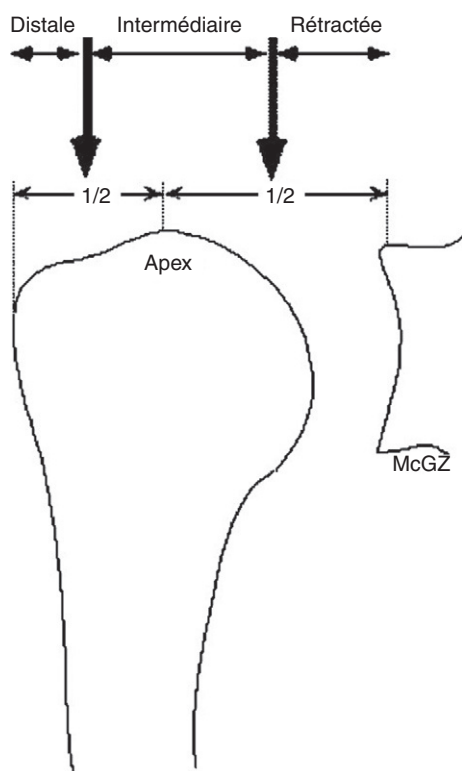


Figure 5. Typologie frontale du degré de rétraction des ruptures.

permet de décrire aisément le niveau de difficulté technique de la réparation envisagée :

- rupture d'un tendon : supraépineux le plus souvent, parfois l'infraépineux ou le subscapulaire ;
 - rupture de deux tendons : supraépineux et infraépineux ou subscapulaire ;
 - rupture de trois tendons : supraépineux, infraépineux et subscapulaire.
- la classification de Thomazeau et Gleyze [23,65] permet une évaluation simple du degré de rétraction (figure 5) : rupture distale, intermédiaire et rétractée à la glène ;
- la classification d'Ellman [16] permet d'envisager le montage mécanique de la réparation et de s'adapter aux découvertes peropératoires et à la classification de Walch décrivant les ruptures et luxations du long biceps.

Classifications utiles à l'évaluation pronostique du devenir du tendon réparé ou non

- Principes : permettre au praticien d'évaluer la validité mécanique et biologique de la réparation qu'il envisage et d'apprécier au mieux le devenir de la réparation si celle-ci est effectuée. L'analyse de la rupture tendineuse

est indissociable de l'étude de l'état du muscle correspondant : on étudie l'entité tendinomusculaire. Le niveau de dégénérescence graisseuse et les signes qui lui sont liés font le pronostic de la bonne cicatrisation et de la tenue dans le temps de la réparation [9].

• Principaux auteurs :

- en 1989, Goutallier [27] présente le premier l'importance de la dégénérescence graisseuse des muscles correspondant aux tendons rompus ;
 - en 1997, Thomazeau [64] étudie par exploration IRM la valeur prédictive de l'état de la coiffe sur le devenir des coiffes réparées ;
 - en 1998, Gerber réalise une étude IRM des niveaux de dégénérescence graisseuse musculaire ;
 - en 1998, Goutallier [28] démontre que les ruptures itératives après réparation sont directement corrélées à l'état de dégénérescence graisseuse constaté en préopératoire et propose un index de dégénérescence graisseuse ;
 - en 2006, Charrouset [11] publie une étude des cicatrisations tendineuses et de l'évolution des corps musculaires après réparation endoscopique de la coiffe.
- La classification la plus fréquemment utilisée est celle de Goutallier [29], l'indice de dégénérescence graisseuse étant le reflet pronostique essentiel de la réparabilité de la coiffe et de son potentiel de cicatrisation.

Synthèse sur les classifications

En pratique quotidienne et en préopératoire, la connaissance du niveau de rétraction tendineuse (distal, intermédiaire ou rétracté) et l'état de dégénérescence musculaire permettent de poser l'indication opératoire avec une valeur prédictive correcte de la difficulté opératoire et de la tenue dans le temps de la réparation lorsque celle-ci est envisagée. La connaissance préalable des différentes formes de rupture et des méthodes de suture et de réinsertion qui leur correspondent est indispensable à tout chirurgien afin de pouvoir s'adapter en peropératoire. Nous préconisons donc de renseigner systématiquement en préopératoire pour chaque tendon atteint, le niveau de rétraction (distal, intermédiaire ou rétracté) et l'état de dégénérescence du muscle (I, II, III, IV), et de maîtriser les techniques de réparation adaptées à chaque forme de rupture.

Examen clinique

Introduction

Il n'y a pas d'examen clinique qui soit spécifique des ruptures de la coiffe : il ne peut y avoir qu'une évaluation clinique d'un patient présentant un point d'appel situé au niveau de la racine du membre supérieur et de

ses alentours. Le terme devenu inutile de « périarthrite scapulohumérale », datant de 1872 [15], n'est que la traduction de la phrase précédente, correspondant à une époque où la compréhension des phénomènes pathologiques était limitée et où le report purement descriptif en langage « savant » du tableau clinique global pouvait suffire. Il nous faut désormais utiliser notre connaissance de la pathologie et des lésions qui s'y rapportent dans un examen clinique précis permettant de construire le faisceau de présomptions qui nous fera évoquer une lésion de la coiffe des rotateurs.

L'épaule est située entre le cerveau et la main [67], il est donc essentiel de prendre en compte les données cliniques de l'épaule mais aussi tout ce qui peut conditionner ces données. Nous allons donc passer en revue les éléments utiles au diagnostic clinique. Compte tenu de la multitude des tests et de leurs interprétations possibles, nous essayerons, dans un but pédagogique, de nous limiter aux lignes essentielles de l'interrogatoire, de l'examen clinique et de l'évaluation de l'épaule tout en citant toutes références complémentaires utiles à l'approfondissement du sujet.

Nous proposons donc un examen clinique standardisé en trois temps :

- *l'interrogatoire du patient* au sujet de son membre supérieur associé à une analyse visuelle des éléments complémentaires, en particulier ceux pouvant altérer l'examen clinique qui suivra ;
- *l'évaluation fonctionnelle globale* de l'épaule par l'indice de Constant [12], dont la première partie est un interrogatoire. Cela permet de finir et de clore l'interrogatoire général et de passer à un examen clinique standardisé. Les mesures goniométriques des amplitudes et dynamométriques de la force seront réalisées à ce moment ;
- *les tests spécifiques* des muscles et de l'articulation acromioclaviculaire.

En pratique, cela signifiera l'organisation suivante : au bureau, un interrogatoire et l'observation des attitudes spontanées du patient en finissant par les questions subjectives de la première partie de l'indice de Constant. Puis, face au patient, celui-ci se positionnant debout ou assis, l'examineur demande les mobilisations bilatérales infradouloureuses correspondant à la suite des critères de l'indice de Constant (antépulsion, abduction et rotations). Enfin, au contact du patient, on réalise l'inspection, les mobilisations et les tests spécifiques.

Conduite de l'évaluation clinique de l'épaule (figure 6)

Interrogatoire

- Données objectives : âge, sexe, côté dominant et état normal ou non de l'épaule controlatérale.

- Éléments pouvant altérer l'évaluation clinique de l'épaule :

– *évaluation globale du patient* : la demande fonctionnelle passée, présente et future du patient doit être connue. Que veut le patient pour la suite ? Son environnement professionnel et de loisirs : qu'en a-t-il fait et que fait-il au jour de l'examen compte tenu du tableau clinique ? Quel est le potentiel du patient pour l'avenir fonctionnel de cette épaule ? Préserver un niveau de compétition ou prolonger un arrêt de travail particulièrement long ? Le renseignement d'un questionnaire de qualité de la vie de type DASH en préalable à la consultation peut être utile [72]. Le profil personnel du patient : profil psychologique (intérêt d'un questionnaire d'état psychique) [40], bénéfices secondaires en cours ou potentiels (accident du travail, maladie professionnelle, procédure juridique), appétence anormale pour les procédures soignantes multiples (interventions cervicales ou lombaires, épicondylites, canal carpien, cures, etc.) [25]... Il nous faut donc apprécier le potentiel thérapeutique de chaque procédure que nous pourrions proposer. L'évaluation globale préliminaire du patient est essentielle, car elle permet de pondérer les données de l'examen clinique et d'offrir une visibilité indispensable de l'avenir de l'épaule en fonction de ce que nous pourrions proposer.

– *environnement médical* : l'état général subjectif et objectif du patient est important et l'aspect médicochirurgical peut être simplement coté à l'aide du score dit ASA (Association américaine d'anesthésie) utilisé par les anesthésistes [35] (diabète, etc. du patient). Il nous faut rechercher un problème cervical ou scapulaire avéré (hernie cervicale avec dysesthésies, canal cervical, cervicarthrose, une tumeur toujours possible) et bien cerner les douleurs cervicales, les contractures paracervicales et les contractures réflexes du trapèze. Il est également essentiel de clairement rechercher et démembrer une attitude antalgique par ascension du moignon de l'épaule avec contractures du trapèze. Au pire, une attitude de traumatisé du membre supérieur avec inclinaison homolatérale de la tête. L'épaule se fige par les contractures réflexes du trapèze et des stabilisateurs de l'omoplate, ce qui est générateur de douleurs au niveau du trapèze, de la fosse supraépineuse, crée ou majore les douleurs de l'articulation glénohumérale sous-jacente et masque en proportion les signes cliniques de l'épaule proprement dite, ce qui altère voire rend objectivement impossible tout examen clinique de l'épaule. Aucun examen clinique ne peut être valide si l'on ne peut maîtriser pendant l'examen ces contractures réflexes : ce sont autant d'attitudes de défense qui s'opposeront aux tests cliniques

ÉPAULE

1° Consultation

NOM & Prénom :

..... - sexe : ☐ masculin
..... ☐ féminin

Date examen

..... / - age : ans

- **Côté atteint** : Dt / Gche ☐ dominant ☐ non dominant

- Côté contro-lat. : ☐ normal ☐ anormal
☐ moindre ☐ idem

ATCD & HISTOIRE DE LA MALADIE

1 - NIVEAU D'ACTIVITÉ GLOBAL

☐ très actif ☐ actif ☐ sédentaire

2 - RISQUE PROFESSIONNEL

* NIVEAU REQUIS

☐ aucun ☐ manuel du membre sup. ☐ travail de force
☐ A.T. ☐ mal prof. ☐ Procédure

==> Préciser profession :

* NIVEAU ACTUEL

☐ Travail même poste ☐ Pré-retraite
☐ Arrêt travail depuis mois ☐ Retraite
☐ Reclassement professionnel ☐ Invalidité non épaule
☐ Invalidité épaule
☐ autre

3 - RISQUE LOISIRS

* NIVEAU REQUIS

☐ sédentaire(S)
☐ loisirs exagérés ou sport compétition (C)
☐ loisirs importants ou sport (L)
☐ activités de loisirs (A)

* NIVEAU ACTUEL

☐ niveau habituel
☐ niveau inférieur
☐ changement activité
☐ arrêt lié épaule

==> Préciser sport(s) :

4 - PATHOLOGIES INTRIKUÉES

* SPHÈRE RÉACTIONNELLE

☐ non ☐ cervicalgies ☐ Compensation trapèze
☐ attitude trauma mbs sup. ☐ dysésthésies main
☐ ncb vraie ☐ chir. cervicale
☐ raideur ☐ algo-dystrophie

* MEMBRE SUP.

☐ non ☐ épicondylite ☐ c. carpien op - non op
☐ neuro mbs sup. :

* AMBIANCE

☐ AT ☐ mal. prof ☐ juridique ☐ autre :

5 - ÉTAT GÉNÉRAL

☐ très bon ☐ bon
☐ moyen ☐ mauvais

A.S.A. : 1 2 3 4

6 - THÉRAPEUTIQUES

Antalgiques majeurs (codéine,...)

☐ non ☐ oui (durée mois)

Infiltrations

☐ non ☐ oui (nbr)

Rééducation

☐ non ☐ Auto. ☐ Auto+kiné
☐ Kiné seul

☐ Centre réed. ambulatoire
☐ Centre réed. hospitalisation

Durée rééducation : mois

Nbr. de séances :

7 - SYMPTÔMES

Mode de début :

☐ progressif insidieux ☐ progressif rapide
☐ brutal non trauma
☐ choc direct ☐ distors.
☐ crises
☐

Évolution depuis : mois / année(s)

☐ aggravation ☐ amélioration ☐ idem
depuis : mois / année(s)

8 - INSTABILITÉ

Délai 1° épisode : mois

Immobilisation. ☐ non ☐ oui

Durée (jours) :

Nbr luxations :

Subluxations : ☐ oui ☐ non

Fréquence :

Votre sensation d'instabilité actuelle ?

|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
pas du tout majeure

Figure 6. Fiche d'évaluation clinique de l'épaule.

fin de l'INTERROGATOIRE

INDICE DE CONSTANT - 1^o partie

H = homolat. = coté atteint
CL = contro-lat. → **H CL**

=> DOULEUR

non légère moyenne sévère = D1
 15 10 5 0

=> NIVEAU D'ACTIVITÉ

1-Handicap professionnel/occupationnel.

(Opts -> 4 pts)

2-Handicap activités loisirs

(0 pts -> 4 pts)

3-Gêne dans le sommeil

(0 pts -> 2 pts)

4-Niveau de travail avec main (10 pts)

taille

2

xyphoïde

4

cou

6

tête

8

au-dessus

10

SUB-TOTAL / 20 ---->

ROWE SCORE

FONCTION / 50

- aucune limitation sport & travail..... 50
 (lancer balle, crawl, tennis,...)

- aucune limitation travail..... 35

handicap léger lancer

- légère handicap travail dessus tête..... 20

- travail impossible..... 0

handicap important à lancer de balle

DOULEUR / 10

- aucune..... 10

- légère..... 5

- intense..... 0

STABILITÉ RESENTIE / 30

- test appréhens. négatif, pas de sublux..... 30

- test appréhens. négatif, incertain add. et RE..... 15

- test appréhens. positif, ± sublux..... 0

AMPLITUDES RESENTIES / 10

- pleine capacité..... 10

- plus du quart de la normale..... 5

- moins du quart de la normale..... 0

EXAMEN CLINIQUE

INDICE DE CONSTANT - 2^o partie

=> MOBILITÉ ACTIVE

-> Flexion (10 pts):

0->30° (0pts) - 30->60° (2pts)

60->90° (4pts) - 90->120° (6pts)

120->150° (8pts) - 150->180° (10pts)

-> Abduction (10 pts)

0->30° (0pts) - 30->60° (2pts)

60->90° (4pts) - 90->120° (6pts)

120->150° (8pts) - 150->180° (10pts)

-> Rotation externe (10 pts) (RE1)

- main derrière tête coude en avant (2pts)

coude en arrière (2pts)

- main sur la tête coude en avant (2pts)

coude en arrière (2pts)

- main au-dessus de la tête (2pts)

-> Rotation interne (10 pts)

(dos de la main sur)

- cuisse (0) - fesse (2)

- sacrum (4) - L3 (6)

- Th12 (8) - Th7 (10)

SUB-TOTAL / 40 ---->

=> FORCE MUSCULAIRE (Abduction statique en KgX2)

SUB-TOTAL / 25 ---->

Commentaires :

AMPLITUDES

(goniomètre)

H**CL**

passive

-> Antépulsion

-> Abduction

-> Rotation externe n° 1

active	passive	active

SIGNES CLINIQUES

H**CL**

0 = non ; 1 = minime ; 2 = présent net ; 3 = marqué

-> douleur acromio-clav. /

-> testing sus-ep. (Jobe) /

-> testing sous-ep. (en Re1) /

-> testing sous-scap. (Bear Hug) /

-> douleur LB (palm-up.) /

rupture LB

non / oui

-> atrophie sus-épineux /

-> atrophie sous-épineux /

-> atrophie globale deltoïde /

-> test de conflit /

-> instabilité (appréhension test) /

-> tiroir inférieur (sulcus) /

-> « relocation test » positif ? /

-> contexte hyperlaxe ? /

-> seuil instabilité combinée

- abduction°

- R. ext.°

Figure 6. Suite.

et rendront leur interprétation erronée. Il faut être attentif à certains tableaux d'épaule que l'on croit « pseudoparalytiques » alors qu'ils ne le sont pas. La force de l'élévation active est alors faible, du fait en particulier d'une coiffe résiduelle limitée, et les contractures du trapèze ainsi que l'attitude antalgique souvent ancrée empêchent l'expression optimale de la coiffe résiduelle. La détente du trapèze par l'abaissement du moignon de l'épaule peut permettre dans ces cas de découvrir une épaule apte à l'élévation active. Également, il faut pointer la difficulté à faire la part des choses lorsque les contractures sont liées à une limitation des amplitudes passives, en particulier en rotation externe. D'où la règle essentielle d'évaluer les amplitudes passives avec l'omoplate bloquée en position allongée sur un plan dur. Il est aussi important d'avoir toujours à l'esprit les intrications multiples possibles : un syndrome du défilé, une neuropathie du nerf suprascapulaire, du nerf circonflexe, une épicondylite vraie, projetée ainsi que son lien fréquent avec une pathologie cervicale, un canal carpien avec ses fréquentes irradiations ascendantes et ses intrications avec un problème cervical, une tumeur osseuse toujours possible, en particulier lorsque rien n'est clair.

- Thérapeutiques déjà mises en œuvre (antalgiques, infiltrations, rééducation, etc.).
- Évolution des symptômes : le mode de début permettra d'évaluer les composantes dégénératives et traumatiques de la rupture éventuelle et l'évolution récente des symptômes permettra d'apprécier l'évolution éventuelle des lésions, mais également *l'adaptation du patient aux symptômes*.
- Les éléments de l'interrogatoire de l'indice d'évaluation fonctionnelle de Constant doivent être systématiques [12] : sont demandés et cotés l'intensité de la douleur diurne, le handicap professionnel et de loisirs, la douleur nocturne et le niveau de travail avec la main. Le score, comme d'ailleurs toute évaluation clinique de l'épaule, n'a de validité que lorsqu'il est renseigné pour les deux épaules. Il s'agit d'une évaluation bilatérale et comparative. Cela permet de neutraliser les variations individuelles liées à l'examineur puisque les éventuelles approximations ou erreurs d'évaluation, en étant reproduites de manière bilatérale, se neutralisent lors de l'interprétation, y compris dans un processus de recherche clinique. Plus que la valeur absolue du score, c'est la différence avec le côté controlatéral, voire la référence aux tables de normalité pour l'âge et le sexe établies par Constant [12] qui permettront de juger de la valeur fonctionnelle de l'épaule examinée. Il s'agit d'un questionnaire d'évaluation subjective dont il faut clairement considérer

que la douleur est le facteur majeur conditionnant l'ensemble des réponses sur le handicap, la force, etc., et pesant à elle seule 83 % de la valeur totale du score de Constant [23]. Ce score est donc un outil permettant de systématiser les bonnes questions à poser, mais il reste limité et ne doit pas suffire à une étude objective de l'état de l'épaule. La gestion scientifique de la douleur nécessite un double processus d'identification des facteurs toujours complexes et individuels du vécu douloureux (j'ai mal en bougeant, je suis mal, j'accepte ou non, je gère ma douleur ou je l'utilise, etc.), et de la capacité de l'examineur à neutraliser au mieux l'impact de la douleur au moment de l'analyse objective de l'épaule (amplitudes possibles, tests, etc.). Le vécu douloureux masquera en proportion les amplitudes, les différents tests cliniques, la réalité de la force, en particulier au travers des contractures réflexes antalgiques du trapèze. En ce sens, il faudra être extrêmement vigilant à l'intégrité du tableau clinique lorsqu'un patient présente une force quasi symétrique par rapport au côté controlatéral. Cela est difficilement concevable lorsque l'épaule est censée être douloureuse et peut être un moyen de démasquer certains handicaps ou pathologies simulés dans une optique de bénéfices secondaires possibles qu'il faut alors identifier plus avant.

Examen clinique

- Éléments de l'examen clinique du score de Constant : la flexion, l'abduction, les rotations internes et externes et la force musculaire.
- Points importants :
 - les compensations : il est essentiel, pendant tout l'examen, de continuellement surveiller et corriger les compensations et en particulier les contractures réflexes paracervicales, l'inclinaison réflexe de la tête et les contractures du trapèze. Toutes choses transformant la « pseudomobilisation » du membre supérieur en un recrutement et une mobilisation des articulations scapulothoraciques et cervicodorsales, et pouvant donner l'illusion d'une mobilisation de l'épaule alors que la glénohumérale ne se mobilise pas. L'examen doit donc s'effectuer au mieux allongé afin de bloquer les omoplates, voire assis si l'on s'assure que la tenue cervicale est axée et que l'on observe bien à partir de quelle amplitude le membre supérieur « embarque » le trapèze, ce qui signe un début de recrutement de l'articulation scapulothoracique et de perturbation de la statique cervicale. Le fait que l'examen s'effectue systématiquement de manière bilatérale permet de contrôler aisément les mécanismes de compensation ;

– le seuil douloureux : à ce stade de l'examen, nous en sommes toujours à compléter les critères « objectifs » du score de Constant [11], ce qui signifie que nous demandons au patient une mobilisation bilatérale s'arrêtant au seuil douloureux afin de renseigner les items selon les termes du score. Nous sommes donc face au patient à qui l'on demande de mobiliser les deux épaules et de s'arrêter lorsque la douleur apparaît. Nous ne l'avons pas encore touché ni mobilisé, cela se fera une fois le score renseigné ;

– la « mesure » de la force : le dernier critère du score de Constant est la force musculaire, mesurée au mieux au dynamomètre, membre supérieur à l'horizontale avec 30° d'antéflexion et rotation interne (pouce vers le bas), en demandant au patient d'élever le bras atteint puis le bras controlatéral et en appliquant une résistance par le dynamomètre ou à défaut à la main (auquel cas on réalise un test de Jobe [21]). Compte tenu de l'enveloppe douloureuse conditionnant l'ensemble de l'examen clinique, des compensations quasi systématiques au moment de la réalisation d'un effort musculaire, ce critère est éminemment aléatoire. Néanmoins, il complète utilement le score de Constant et, du fait de son caractère bilatéral, permet de neutraliser les erreurs éventuelles de réalisation tout en donnant un ordre d'idées de la force comparée au côté controlatéral lorsque celui-ci est sain.

- La flexion et l'abduction actives (figures 7 et 8) :
 - le patient est assis bien droit ou au mieux allongé et élève les deux bras tendus simultanément, ce qui permet d'équilibrer les omoplates et de préserver la rectitude rachidienne ;
 - le patient arrête son mouvement du côté atteint lorsque la douleur l'empêche d'aller plus loin ou lorsque l'examineur voit que l'omoplate et le

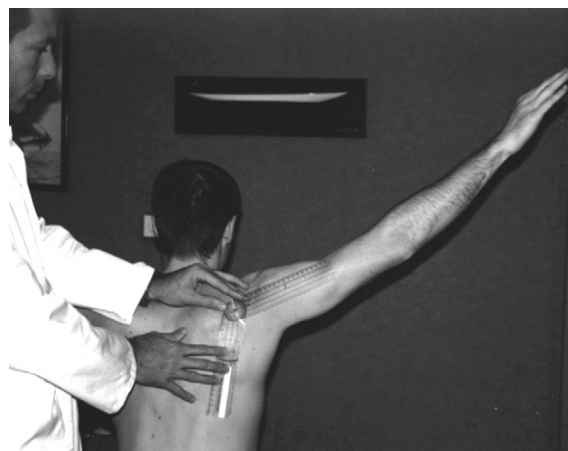


Figure 8. Mesure de l'abduction.

rachis commencent à « s'embarquer ». Le membre controlatéral poursuivra son mouvement jusqu'à la limite de l'amplitude ;

– les mesures peuvent être faites « au jugé » si l'on souhaite se limiter à renseigner l'indice de Constant qui prévoit des intervalles d'amplitudes (0 à 30°, 30 à 60° etc.). Elles seront effectuées au mieux à l'aide d'un goniomètre dont le centre sera placé au niveau du moignon de l'épaule et dont les deux axes seront respectivement alignés sur l'épine de l'omoplate et l'axe du bras.

- La rotation externe active : le patient est assis bien droit ou au mieux allongé, les coudes au corps à 90°, et réalise une rotation externe bilatérale. Les mesures peuvent également être effectuées visuellement ou au goniomètre, celui-ci étant placé à l'intérieur du coude et mesurant la rotation externe par rapport à la position anatomique dite neutre (0°), c'est-à-dire coude au corps avant-bras vers l'avant.

- La rotation interne active (figure 9) : le patient est assis bien droit et place le pouce du côté atteint puis controlatéral le plus haut possible dans le dos en suivant les épineuses. Le mouvement peut s'arrêter à la cuisse ou au sacrum. Ce mouvement est particulièrement douloureux et sujet à générer immédiatement des mécanismes de compensation qu'il faudra bien apprécier.

- L'examen clinique proprement dit étudie :
 - l'évaluation des amplitudes passives :
 - elle peut se concevoir en position assise avec une main de l'examineur placée sur le moignon de l'épaule afin de surveiller les contractures parasites du trapèze et les compensations réflexes, mais se fera au mieux patient en décubitus dorsal sur une table d'examen rigide bloquant l'omoplate ;

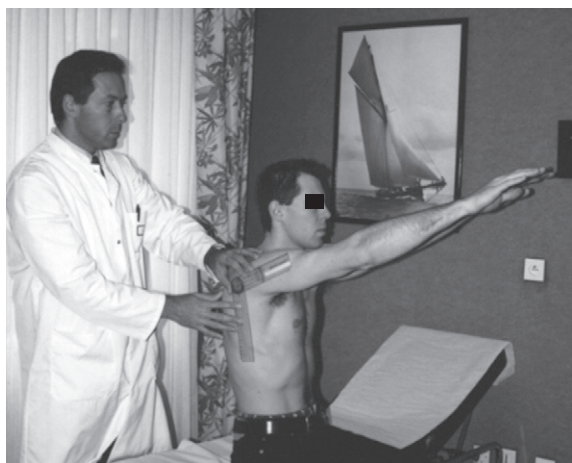


Figure 7. Mesure de la flexion.

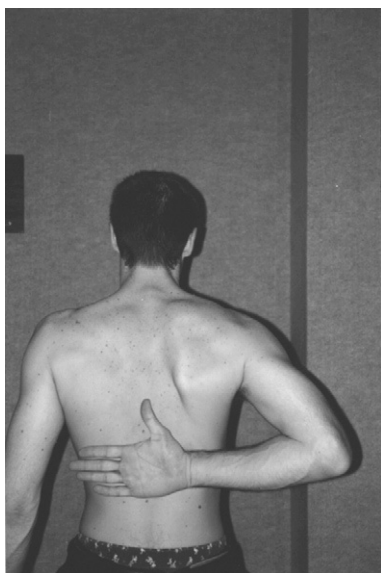


Figure 9. Mesure de la rotation interne.

- l'antépulsion sera évaluée doucement en mobilisant le bras tendu en antépulsion, une main sur le moignon de l'épaule et l'autre amenant lentement le bras jusqu'à la limite de l'amplitude passive;
- la rotation externe se testera avec une main, s'assurant que le coude reste collé au corps alors que l'autre main de l'examineur effectuera une rotation externe douce;
- l'utilisation d'un goniomètre est indispensable;
- la rotation interne passive n'est pas facilement utilisable en pratique, du fait de son caractère particulièrement algique et des compensations qui sont ingérables dans cette amplitude.
- l'évaluation des amplitudes actives : elles pourraient être demandées à nouveau en allant au-delà du seuil douloureux, mais nous pensons que cela n'a pas de sens et qu'il faut reporter les amplitudes relevées sur les critères objectifs du score de Constant;
- les tests spécifiques :
 - ceux-ci sont multiples, intriqués et pouvant semer la confusion dans l'analyse du tableau clinique. Nous les citerons donc avec leurs références, mais faisons le choix d'un examen clinique maîtrisé par l'objectif diagnostique et thérapeutique et non pas assujéti au déroulé d'un catalogue le plus souvent inutile. Nous proposerons donc un test pour chaque interrogation diagnostique. Le rôle de ces tests est d'apprécier les dysfonctionnements éventuels (conflits antérosupérieurs et antéro-internes), l'état des muscles de la coiffe en y incluant le tendon du long biceps, l'état de l'articulation acromioclaviculaire, et d'appréhender un problème autre, en particulier neurologique.

La limite de ces tests et en particulier des tests musculaires est que du fait des mécanismes d'équilibre et de travail conjoints des muscles de la coiffe, il est illusoire de considérer qu'ils sont sensibles et spécifiques. Ils donnent des indications qui, lorsqu'elles sont claires, signent des atteintes massives des structures tendinomusculaires souvent au-delà des capacités de réparation des tendons. Ces tests sont donc indispensables, mais ils ne peuvent pas déterminer à eux seuls la décision thérapeutique;

– l'étude des dysfonctionnements de l'épaule :

- le conflit antérosupérieur [37] correspond à une excentration douloureuse de la tête vers le haut et l'avant avec frottement de la coiffe ou de la tête en regard contre le bord antérieur de l'acromion et le ligament acromioclaviculaire. Ce mécanisme est reproduit par un test clinique consistant en la combinaison d'une abduction rotation interne que l'on débute doucement puis que l'on accentue jusqu'à obtention ou pas d'une douleur élective sur la partie antérieure de l'épaule. Il ne faut évidemment pas brutaliser le patient, faute de quoi le test sera constamment positif. Ce test reproduit la faillite du recentrage dynamique de l'articulation glénohumérale. Il n'est pas spécifique d'une rupture ou d'un déséquilibre de fonctionnement, il objective juste l'incapacité plus ou moins marquée de l'articulation à fonctionner correctement lors de certains mouvements. La réalisation du test peut être altérée par les mécanismes de protection antalgique du patient qu'il faudra arriver à neutraliser lors de sa réalisation en s'assurant que le moignon de l'épaule n'est pas ascensionné. En pratique, de nombreux tests existent, nous proposons un mouvement générique tel que décrit ci-dessus et communément appelé test de « Hawkins » [34] (figure 10) avec un recours au

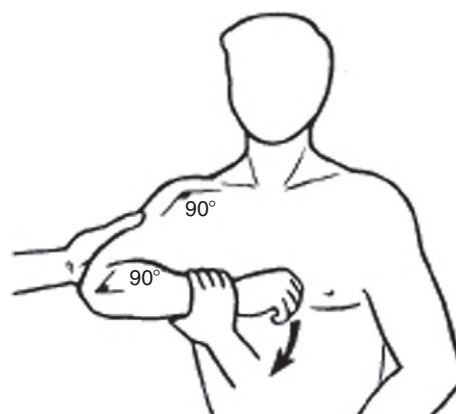


Figure 10. Test du conflit antérosupérieur (Hawkins).

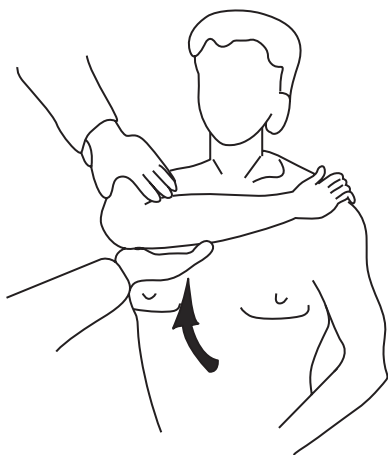


Figure 11. Test de Yocum.

test de Yocum sensibilisé (figure 11) si le patient anticipe et contre la réalisation du test [73]. Le test de Yocum « sensibilisé » permet de laisser le coude au corps du patient, on lui demande alors de positionner sa main sur le moignon de l'épaule controlatérale puis de lever le coude. Au moment où il élève celui-ci, on applique une force le plaquant à nouveau, ce qui réalise un bras de levier poussant la tête humérale sur le rebord antérieur de l'acromion et peut faire évoquer l'existence d'un conflit antérieur. Ce test peut être douloureux si la force appliquée sur le coude par l'examineur est brutale, ce qu'il faut éviter. Ces tests de conflit doivent être jugés pour ce qu'ils valent ; leur but est de reproduire un symptôme douloureux pour lequel le patient vient et de le valider avec le patient qui appréciera que nous ayons su pointer le mécanisme de sa douleur. Les principaux tests existants sont les signes de « Neer » [37], Hawkins [34] et Yocum [73] ;

- le conflit antéro-interne [14,18,47] est un dysfonctionnement qui peut parfois être évoqué et qui correspond à un conflit entre la tête humérale et la coracoïde. Il se teste par le Shoulder Internal Impingement Test (IRRST) [47]. Le test est considéré comme positif lorsque la rotation interne en abduction 90° et coude à 90° (rotation externe n° 2) est douloureuse ;

- le conflit postérieur : il se teste patient en décubitus et en rotation interne forcée [69]. Ce dysfonctionnement est en général attribué à des lésions de l'intervalle des rotateurs, du long biceps et de son insertion, voire à une rupture de la coiffe ;

- l'instabilité de l'épaule : son évaluation n'a en théorie pas lieu d'être dans un contexte de conflit douloureux et/ou de rupture de la coiffe, mais il

faut savoir y penser devant un patient avec des antécédents de luxation ou un patient laxé. Le test d'appréhension en position d'armé peut alors être réalisé de principe [5,39].

- l'étude des lésions anatomiques :

- l'inspection : l'appréciation du volume musculaire des fosses supra- et sous-épineuses, du deltoïde et des stabilisateurs de l'omoplate est utile pour évaluer l'importance de l'amyotrophie, son ancienneté et la possibilité de syndromes canalaux ;

- l'atteinte du supraépineux : le test clinique du supraépineux se fait en abduction de 90°, anté-pulsion de 30° et rotation interne de 90° afin de recruter le muscle supraépineux. On demande au patient d'élever le bras et on applique sur l'avant-bras une contre-pression avec deux doigts résistant à la force d'élévation. Le test est considéré comme positif lorsque le bras « s'effondre ». La douleur est en général présente mais n'est pas un critère de positivité, seule la perte de force doit être prise en compte. Nous considérons que le test dit de Jobe [22] est le meilleur compromis en termes de fiabilité et de reproductibilité (figure 12). La positivité nette de ce test signe en général une rupture massive du supraépineux, souvent étendue à l'infraépineux. Le test peut paraître positif du simple fait de son caractère douloureux, et il peut être négatif en cas de rupture si le faisceau moyen du deltoïde compense le déficit du supraépineux. Cela peut être particulièrement trompeur et explique nombre de ruptures certes limitées en taille, mais passées inaperçues chez des patients souvent jeunes ou travailleurs actifs ne s'écoutant pas et à

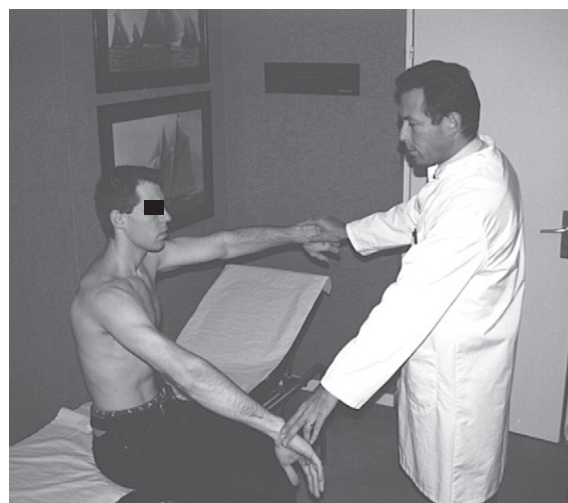


Figure 12. Test du supraépineux (« Jobe »).

forte musculature compensant donc le déficit en général partiel du supraépineux. Les principaux tests existants pour le supraépineux sont le test de Jobe [21] et l'Empty/Full Can Test [38];

- l'atteinte de l'infraépineux : l'infraépineux se teste en opposant une résistance à la rotation externe de l'avant-bras, coude fléchi à 90°. Le test que nous avons sélectionné s'effectue coude au corps, ce qui est aisé même lorsque le patient est très algique. On demande au patient d'écarter les avant-bras contre résistance, coudes maintenus au corps. On oppose une résistance avec deux doigts sur les deux avant-bras en s'assurant que le patient garde bien sa rectitude rachidienne. Là encore, le test est jugé positif sur la faiblesse de l'opposition à la résistance appliquée par l'examineur et non pas sur la notion de douleur (figure 13). Ce test fait moins intervenir de mécanismes de compensation, il est donc plus précis que le test du supraépineux. Un « effondrement » de la rotation externe signera une lésion massive de l'infraépineux, mais une faiblesse présente donnera aussi une indication sur la possibilité d'une rupture de l'infraépineux, ce qui peut faire évoquer l'extension postérieure d'une rupture étendue du supraépineux, par exemple. Il est intéressant de constater que parfois les ruptures complètes des supra- et infraépineux donnent des signes de Jobe moyennement positifs car compensés par le deltoïde alors que le test de l'infraépineux est particulièrement positif. Les principaux tests existants sont le test de l'infraépineux, le test de Patte [55] et le Drop Arm Test [68]. Le test de

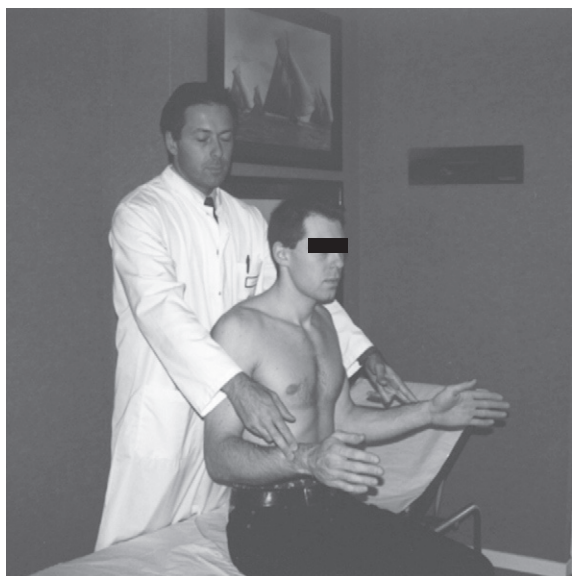


Figure 13. Test de l'infraépineux.

Patte est une rotation externe contrée coude à 90° et bras à 90° d'abduction, ce qui est douloureux et perturbe l'évaluation de la réaction musculaire à la résistance. Le Drop Arm est un test global signant une rupture massive avec un bras qui ne tient pas à l'horizontale en abduction et qui descend sans tomber du fait des tentatives de compensation de la coiffe résiduelle et du deltoïde;

- l'atteinte du subscapulaire : le subscapulaire se teste en opposant une résistance à la rotation interne du bras. Toute la difficulté est de trouver une position permettant de gérer la rotation interne. Le test que nous avons choisi est celui qui consiste à placer la main du côté atteint sur le moignon de l'autre épaule saine et de demander au patient de résister à l'examineur qui essaie de décoller cette main. Ce test (Bear Hug Test) [2] semble être le plus aisément reproductible et le plus sensible, il peut permettre de suspecter une rupture même partielle du subscapulaire. Les principaux tests existants sont le Lift Off [20, 22], qui consiste à essayer de faire décoller la main du dos contre résistance, et le Belly Press Test [39], où le patient essaie de décoller la main placée sur l'abdomen. Ces tests ne sont en général positifs que dans les ruptures complètes du subscapulaire et sont peu ou pas sensibles lorsque le patient présente une rupture partielle [2];

- les atteintes du petit rond (teres minor) du trapèze et du deltoïde peuvent également être évaluées en clinique;

- le long biceps : il faut distinguer la recherche des signes de désinsertion partielle ou complète du long biceps des signes d'une lésion du corps du long biceps comme les tendinites et rupture partielles ou complètes. La stabilité du long biceps dans la gouttière peut également être testée. Aucun de ces tests n'est très spécifique, ils sont plus ou moins sensibles et ne peuvent donner que des indications qu'il faudra attentivement corroborer avec un interrogatoire précis et un bilan radiographique adapté. Le signe de certitude d'une rupture complète du long biceps est le Popeye Sign, montrant un biceps en boule et s'abaissant lors des contractions. Les signes pouvant faire évoquer une tendinite et/ou une rupture partielle du corps du long biceps sont le patient indiquant spontanément l'existence de douleurs à la face antéro externe du moignon de l'épaule et pouvant irradier vers le bas, la palpation du long biceps dans la gouttière et légèrement en dessous. Le Palm Up Test consiste à placer le coude au corps fléchi à 90°, paume vers le bas, et à demander au patient de

réaliser une supination contre laquelle l'examineur résiste. Le signe est positif en cas de réveil de la douleur à la partie haute de la gouttière bicipitale [60]. Le Speed Test est une élévation contrariée du bras tendu paume de la main tournée vers le plafond et déclenchant une douleur vive dans la gouttière [3]. Les meilleurs signes pouvant faire évoquer une subluxation et une éventuelle lésion de l'insertion du long biceps sont l'évocation par le patient d'une sensation de ressaut douloureux dans la gouttière. Le test de Yergason [26] consiste à reproduire cette sensation de ressaut en combinant rotation externe coude au corps et supination contrariée par l'examineur. Le test d'O'Brien [30] consiste en une élévation contre résistance du bras tendu à l'horizontale en rotation interne puis externe avec réveil de douleur et/ou claquement dans la gouttière, ce qui fait évoquer une luxation ou subluxation du long biceps couplée ou non à une désinsertion de son insertion (SLAP [*superior labral anterior and posterior*] lesions) [30]. À part le Popeye Sign attestant d'une rupture complète, il n'existe aucun signe clinique de certitude pour le diagnostic d'une lésion du long biceps. On peut néanmoins avancer que la notion d'une distorsion appuyée (prise de judo par exemple), d'une chute en avant ou en arrière bras tendu, d'une rotation contrée suivie de douleurs intermittentes, pouvant durer des années, avec ou sans impressions de ressaut ou de claquement et associés à la positivité de l'un ou l'autre des tests cités, doit faire évoquer le diagnostic de rupture partielle du corps ou de désinsertion partielle du long biceps (SLAP lésions) [61]. Le fait qu'avec le temps, les signes persistent et ne se modifient pas est également en faveur du diagnostic positif;

- l'articulation acromioclaviculaire : la mention par le patient d'un remaniement et/ou d'une douleur localisée sur l'articulation est le meilleur signe. Le test de mise en compression de l'articulation (Cross Arm Test) [66] consiste à tendre le bras à l'horizontale et à le faire croiser devant la ceinture scapulaire, ce qui réveille la douleur au niveau de l'articulation. Les dysesthésies sont fréquemment associées aux atteintes dégénératives de l'acromioclaviculaire;

- les autres atteintes : les lésions neurologiques et les syndromes canaux du défilé font partie des diagnostics à évoquer lorsque l'histoire et les signes cliniques ne sont pas clairs et convergents. Auquel cas, un examen neurologique associé à un électromyogramme du membre supérieur pourront permettre de faire la part des choses. On distingue

surtout le syndrome canalaire de la traversée cervico-brachiale réalisant des douleurs intermittentes, souvent associées à des dysesthésies positionnelles et pouvant être mis en évidence par la manœuvre d'Adson [43] par rétropulsion-abduction du membre supérieur associée à une inclinaison controlatérale de la tête [44]. Également, la neuropathie du nerf suprascapulaire par surmenage, microtraumatismes, mouvements brutaux répétés (armés sportifs, etc.) entraînant une douleur sourde, profonde, limitée à la partie postéroexterne de l'épaule et souvent à prédominance nocturne. La manœuvre de Kopell et Thomson par adduction forcée du bras ou la pression sur l'échancrure en élévation de l'épaule [46] permettent de suspecter le diagnostic. La neuropathie du nerf circonflexe [1] correspond à la compression du nerf axillaire postérieur au niveau de l'espace quadrilatère, avec une douleur profonde antérieure irradiant à la face externe du bras et un point douloureux à la palpation de l'espace quadrilatère. Les affections myocardiques, les lésions du dôme pleural, en particulier néoplasique (syndrome de Pancoast-Tobias par tumeur maligne de l'apex) et myalgie amyotrophique (syndrome de Parsonage et Turner), ne doivent pas être oubliées devant des tableaux cliniques atypiques.

Conclusion sur l'examen clinique

L'examen clinique d'une épaule suspecte de rupture de la coiffe des rotateurs doit rester simple. Il faut apprécier le patient et ses exigences fonctionnelles, puis évaluer les éléments qui pourront altérer l'examen clinique objectif comme les contractures antalgiques du trapèze.

Ensuite, il faut objectiver un dysfonctionnement qui sera le plus souvent des douleurs liées à un conflit antérieur, puis évaluer les différents muscles afin d'avoir une idée de leur atteinte éventuelle. Nous préconisons de choisir un test par muscle (test de Jobe pour le supraépineux, rotation externe coude au corps pour l'infraépineux puis Bear Hug Test pour le subscapulaire).

Les atteintes possibles du long biceps et de l'articulation acromioclaviculaire s'envisageront sur l'interrogatoire et la palpation douloureuse de la gouttière et de l'articulation, éventuellement complétés par les tests cliniques.

Lorsque l'examen fait évoquer un problème autre ou intriqué de type canalaire ou cervical, un examen neurologique complété d'un électromyogramme seront les bienvenus avant un nouvel examen clinique.

Conclusion

La coiffe des rotateurs, comme toute structure anatomique, subit les outrages du temps et des contraintes mécaniques que nous lui infligeons. Son devenir anatomique et son efficacité mécanique sont liés à la préservation des équilibres essentiels de l'épaule et à sa capacité d'adaptation à la charge fonctionnelle qui lui sera demandée. Il n'y a pas d'étiologie aux ruptures de la coiffe, il n'existe qu'un cumul de facteurs plus ou moins favorisants, qu'ils soient génétiques, dégénératifs ou mécaniques. Cerner le facteur majeur de la rupture reste au moins aussi important que d'appréhender le terrain histologique sur lequel elle survient et la capacité d'adaptation de la demande fonctionnelle du patient à l'état anatomique de sa coiffe.

Diagnostiquer une rupture de la coiffe, c'est constater un point de départ sur une histoire naturelle qui s'écrit et dont il faut savoir lire l'état actuel et surtout deviner le devenir. La recherche étiologique d'une rupture de la coiffe n'a de sens que par la possibilité que

cela nous donne d'envisager l'avenir fonctionnel de l'épaule réparée ou non.

Les classifications n'ont pour rôle que de nous aider à mieux prendre en charge le patient, les raisons de la rupture de sa coiffe, les modalités pratiques de la réparation et la valeur prédictive essentielle de l'état de l'entité musculotendineuse.

Le diagnostic clinique nécessite d'appréhender la globalité du patient, de sa demande fonctionnelle et de ses aspirations réelles avant de plonger sur l'anatomie et l'envie que nous avons de la restaurer. Il faudra attentivement épurer la réalisation pratique de l'examen clinique des réflexes de protection antalgique et des mécanismes de compensation lors des mobilisations que nous réaliserons. Les différents tests doivent être limités à ceux que nous maîtrisons bien, et ils ne doivent pas dispenser d'examen complémentaires si nous estimons qu'une réparation est utile au patient.

L'essentiel est de considérer que notre mission est de restaurer une fonction et de protéger un avenir fonctionnel plus que de réparer une anatomie.

RÉFÉRENCES

- [1] Bacevich BB. Paralytic brachial neuritis. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58A : 262.
- [2] Barth JRH, Burkhart SS, De Beer JF. The bear-hug test : a new and sensitive test for diagnosing a subscapularis tear. *Arthroscopy* 2006; 22 : 1076-84.
- [3] Bennett WF. Specificity of the Speed's test : arthroscopic technique for evaluating the biceps tendon at the level of the bicipital groove. *Arthroscopy* 1998; 14 : 789-96.
- [4] Bigliani L, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion in its relationship to rotator cuff-tears. *Orthop Trans* 1986; 10(2) : 228.
- [5] Boileau P, Zumstein M, Balg F, Pennington S. The unstable painful shoulder (UPS) as a cause of pain from unrecognized anteroinferior instability in the young athlete. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20(1) : 98-106.
- [6] Burkhart SS, Danaceau SM, Pearce CE. Arthroscopic rotator cuff repair : analysis of results by tear size and by repair technique-margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. *Arthroscopy* 2001; 17 : 905-12.
- [7] Canguilhem G. Le normal et le pathologique. 3^e éd. Paris : Quadrige, Presses Universitaires de France; 1993.
- [8] Charousset C, Bellaïche L. Accuracy of CT arthrography in the assessment of tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87(6) : 824-8.
- [9] Charousset C, Bellaïche L. Arthro-C-scan analysis of rotator cuff tears healing after arthroscopic repair : analysis of predictive factors in a consecutive series of 167 arthroscopic repairs. *Rev Chir Orthop Réparatrice Apparat Mot* 2006; 92 (3) : 223-33.
- [10] Codman EA. The shoulder rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about subacromial bursa. Boston : Thomas Todd; 1934.
- [11] Cofield RH. Rotator cuff repair, results related to surgical pathology. *Orthop Trans* 1985; 9 : 466.
- [12] Constant C, Murley AH. Clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987; 214 : 160-4.
- [13] Davidson J, Burkhart SS. The geometric classification of rotator cuff tears : a system linking tear pattern to treatment and prognosis. *Arthroscopy* 2010; 26(3) : 417-24.
- [14] Dines DM, Warren RE, Ingus AE, Pavlov H. The coracoid impingement syndrome. *Orthop Trans* 1986; 10 : 229.
- [15] Duplay S. De la périarthrite scapulohumérale et des raideurs de l'épaule qui en sont la conséquence. *Arch Gen Med* 1872; 513 : 542.
- [16] Ellman H, Gartsman G. Open repair of full thickness rotator cuff tears. Philadelphia : Lea and Febiger 1993.
- [17] Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop* 1990; 254 : 64-74.
- [18] Gagey O, Bonfait H, Gillot C, Mazas F. Anatomie fonctionnelle et mécanique de l'élévation du bras. *Rev Chir Orthop* 1988; 74 : 209-17.
- [19] Gazielly DF, Gleyze P, Montagnon C. Functional and anatomical results after rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Research* 1994; 304 : 43-53.
- [20] Gerber C, Krushell RJ. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73 : 389-94.
- [21] Gillooly J, Chidambaram R, Mok D. The lateral Jobe test : a more reliable way to diagnose rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91B(Suppl. 2) : 263.
- [22] Gilmer R, Edwards TB, Gartsman G, O'Connor DP, Elkousy H. Normalization of the subscapularis belly-press test. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(4) : 403-7.

- [23] Gleyze P, Thomazeau H, Flurin PH, Lafosse L, Gazielly DF, Allard M. Réparation endoscopique des ruptures de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop* 2000; 86 : 566–74.
- [24] Gleyze P. Tendinopathies chroniques de la coiffe des rotateurs : diagnostic et traitement endoscopique. 120 cas, Thèse de médecine, Strasbourg : université Louis-Pasteur; 1991 n° 107.
- [25] Gleyze P, Tamisier A, Pflieger C. Première consultation : diagnostic clinique. *Rev Chir Orthop* 1999; 85 : 2S.
- [26] Gobeze R, Lavery K, Cole BJ, Millett PJ, Warner JP. Interobserver and intraobserver variability in the diagnosis and treatment of SLAP lesions amongst experienced shoulder arthroscopists : a study of 73 surgeons across two continents. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(2) : e63.
- [27] Goutallier D, Bernageau J, Patte D. L'évaluation par le scanner de la trophicité des muscles de la coiffe des rotateurs ayant une rupture tendineuse. *Rev Chir Orthop* 1989; 75(Suppl. 1) : 126–7.
- [28] Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S. Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12(6) : 550–4.
- [29] Goutallier D, Postel JM, Gleyze P. La dégénérescence musculaire graisseuse. Symposium : «Les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs». *Rev Chir Orthop* 1999; 85(Suppl. 2) : 132–8.
- [30] Green RA, Taylor NF, Mirkovic M, Perrott M. An evaluation of the anatomic basis of the O'Brien active compression test for superior labral anterior and posterior (SLAP) lesions. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17(1) : 165–71.
- [31] Gwilym SE, Watkins B, Cooper CD, Harvie P, Auplish S, Pollard TC, et al. Genetic influences in the progression of tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2009; 91(7) : 915–7.
- [32] Harryman Jr DT, Mack LA, Wang KY, Jackins SE, Richardson ML, Matsen III FA. Repairs of the rotator cuff : correlation of functional results with integrity of the cuff. *J Bone Joint Surg* 1991; 73A(8) : 982–9.
- [33] Hashimoto T, Nobuhara K, Hamada T. Pathologic evidence of degeneration as primary cause of rotator cuff tear. *Clin Orthop Relat Research* 2003; 415 : 111–20.
- [34] Hawkins RJ, Kennedy JC. Impingement syndrome in athletes. *Am J Sports Med* 1980; 8 : 151–8.
- [35] Haynes S, Lawler P. An assessment of the consistency of ASA Physical status classification allocation. *Anaesthesia* 1995; 50 : 195–9.
- [36] Hsu HC, Luo ZP, Stone JJ, Huang TH, An KN. Correlation between rotator cuff tear and glenohumeral degeneration. *Acta Orthop Scand* 2003; 74(1) : 89–94.
- [37] Hughes PC, Green TNF, Rod A. Most clinical tests cannot accurately diagnose rotator cuff pathology : a systematic review. *Aust J Physiother* 2008; 54(3) : 159–70.
- [38] Itoi E, Kido T, Sano A, Urayama M, Sato K. Which is more useful, the «Full Can Test» or the «Empty Can Test», in detecting the torn supraspinatus tendon? *Am J Sports Med* 1999; 27 : 65–8.
- [39] Jobe FW, Jobe CM. Painful athletic injuries of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 173 : 117–24.
- [40] Lacoste L, Triville C. Échelles d'évaluation de la dépression en consultation gérologique. *NPG* 2005; 5(26) : 44–51.
- [41] Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobeze R. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(6) : 1184–93.
- [42] Lalande A. Vocabulaire technique et critique de la philosophie. 4^e éd. Paris : Presses Universitaires de France; 1947.
- [43] Leffert RD. Neurological problems. In : Rockwood, Matsen, editors. *The shoulder*. Philadelphie : Saunders; 1990. p. 750.
- [44] Leffert RD. Thoracic outlet syndrome and the shoulder. *Clin Sports Med* 1983; 11(2) : 439–52.
- [45] Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 2000; 80(3) : 276–91.
- [46] Mansat M. Syndromes canaux et des défilés (canal carpien excepté). *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris) Appareil locomoteur*, 15005 A10, 11;1986.
- [47] McFarland EG, Hsu CY, Neira C, O'Neil O. Internal impingement of the shoulder : a clinical and arthroscopic analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8(5) : 458–60.
- [48] McLaughlin H. Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg* 1944; 26 : 31–51.
- [49] Melis B, DeFranco MJ, Chuinard C, Walch G. Natural history of fatty infiltration and atrophy of the supraspinatus muscle in rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(6) : 1498–15505.
- [50] Neer CS. Shoulder reconstruction. Philadelphie : WB Saunders; 1990.
- [51] Nicholson GP, Goodman DA, Flatow EL, Bigliani LU. The acromion : morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5(1) : 1–11.
- [52] Ogawa K, Yoshida A, Inokuchi W, Naniwa T. MDACromial spur : relationship to aging and morphologic changes in the rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14(6) : 591–8.
- [53] Oh JH, Kim JY, Lee HK, Choi JA. Classification and clinical significance of acromial spur in rotator cuff tear : heel-type spur and rotator cuff tear. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(6) : 1542–50.
- [54] Patte D, Goutallier D. De quelques réflexions sur le traitement chirurgical des lésions de la coiffe des rotateurs. In : *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*, n° 33. Paris : Elsevier Masson; 1988. p. 113–22.
- [55] Post M, Silver R, Singh M. Rotator cuff tear. Diagnosis and treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 173 : 78–91.
- [56] Rathburn JB, Macnab I. The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1970; 52B : 540–53.
- [57] Rees JD, Wilson AM, Wolman RL. Current concepts in the management of tendon disorders. *Rheumatology (Oxford)* 2006; 45(5) : 508–21.
- [58] Resch H, Breiffuss H. Spontaneous tendon ruptures : etiology, pathogenesis and therapy. *Orthopade* 1995; 24 : 209–19.
- [59] Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman III ND, et al. Mechanisms of rotator cuff tendinopathy : intrinsic, extrinsic, or both? *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2011; 26 : 1–12.
- [60] Sethi N, Wright N, Yamaguchi K. Disorders of the long head of the biceps tendon. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8(6) : 644–54.
- [61] Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 1990; 6 : 274–9.
- [62] Snyder SJ, Pachelli AF, Del Pizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears : results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy* 1991; 7(1) : 1–7.
- [63] Soslowsky LJ, Thomopoulos S, Esmail A, Flanagan CL, Iannotti JP, Williamson III JD, et al. Rotator cuff tendinosis in an animal model : role of extrinsic and overuse factors. *Ann Biomed Eng* 2002; 30(8) : 1057–63.
- [64] Thomazeau H, Boukobza E, Morcet N, Chaperon J, Langlais F. Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop Relat Res* 1997; 344 : 275–83.

- [65] Thomazeau H, Gleyze P, Lafosse L, Walch G, Kelbérine F, Coudane H. Arthroscopic assessment of full-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2000; 16 : 170–80.
- [66] Van Riet RP, Bell SN. Clinical evaluation of acromioclavicular joint pathology : sensitivity of a new test. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20(1) : 73–6.
- [67] Varela F, Thompson E, Rosch E. L'inscription corporelle de l'esprit. Paris : Seuil; 1993.
- [68] Walch G, Boulahia A, Calderone S, Robinson AH. The «dropping» and «hornblower's» signs in evaluation of rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80 : 624–8.
- [69] Walch G, Liotard JP, Boileau P, Noel E. Le conflit glénoïdien postérosupérieur. Une autre cause de conflit. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 1991; 77 : 571–4.
- [70] Walch G, Nové-Josserand L, Levigne C, Renaud E. Tears of the supraspinatus tendon associated with «hidden» lesions of the rotator interval. *J Shoulder Elbow Surg* 1994; 3(6) : 353–60.
- [71] Walch G. La pathologie de la longue portion du biceps. In : *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*, n° 45. Paris : Elsevier Masson; 1993. p. 57–69.
- [72] Wong JY, Fung BK, Chu MM, Chan RK. The use of Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire in rehabilitation after acute traumatic hand injuries. *J Hand Ther* 2007; 20(1) : 49–55.
- [73] Yocum LA. Assessing the shoulder. History, physical examination, differential diagnosis, and special tests used. *Clin Sports Med* 1983; 2 : 281–9.

Imagerie des ruptures de coiffe

A. BLUM¹, S. LECOCQ¹, M. LOUIS¹, J. WASSEL¹, A. MOISEI¹,
A. PIERUCCI¹, P. TEIXEIRA¹

RÉSUMÉ

La pathologie de la coiffe des rotateurs représente la première cause de consultation pour épaule douloureuse. La rupture de la coiffe des rotateurs est particulièrement fréquente, mais la nature précise des lésions et leurs conditions de survenue sont variables. On distingue habituellement les ruptures partielles du supra- et/ou de l'infraspinatus, les ruptures transfixiantes de ces tendons, la rupture isolée du subscapularis et la rupture de la jonction myo-tendineuse de l'infraspinatus. Le conflit postérosupérieur entre dans un cadre particulier : responsable de douleurs d'épaule chez le sportif, il associe en général une rupture partielle de la coiffe à des altérations glénoïdales ou labrales.

Les méthodes d'imagerie de la coiffe des rotateurs sont nombreuses : radiographie standard, échographie, arthroscanner, IRM et arthro-IRM. Elles sont en évolution permanente. C'est notamment le cas de l'échographie dont les nouveaux modes améliorent la détection et la caractérisation lésionnelle, de l'arthroscanner dont l'enjeu actuel est la réduction de l'irradiation, et de l'IRM dont les nouvelles antennes ont encore plus d'impact qualitatif que l'augmentation de l'intensité du champ. L'arthro-IRM surpasse l'IRM dans la détection et l'analyse des petites lésions. Elle bénéficie comme l'IRM des améliorations technologiques mais son avantage par rapport à l'IRM se réduit.

L'imagerie peut avoir deux buts distincts : établir un diagnostic positif afin d'orienter le traitement et/ou réaliser un bilan pré-opératoire précis. Il n'est pas inutile de rappeler que l'imagerie ne doit pas être envisagée avant la réalisation d'un bilan clinique soigneux car, d'une part, la stratégie diagnostique dépend de ce bilan clinique et, d'autre part, la réalisation d'explorations sophistiquées systématiques sans tri clinique génère des coûts élevés pour un impact thérapeutique limité. Les stratégies diagnostiques dépendent également des performances intrinsèques de chaque modalité d'imagerie mais également de la façon dont elles sont utilisées. De façon générale, plus les lésions recherchées sont de petite taille, plus la méthode d'imagerie doit être performante.

ABSTRACT – IMAGING OF ROTATOR CUFF TEARS

The rotator cuff pathology is the first cause of consultation for shoulder pain. Rotator cuff tears are particularly common, but the precise nature of injuries and their conditions of occurrence vary. A distinction is usually partial tears of the supra-and/or the infraspinatus, the full-thickness tears of the tendons, isolated subscapularis rupture and rupture of the tendon-muscle junction of the infraspinatus. The posterior superior impingement is responsible for shoulder pain in athletes, it usually involves a partial deep tear of the rotator cuff associated with a labral tear.

The methods of imaging the rotator cuff are numerous : radiography, ultrasound, arthro-CT-scan, MRI and MRI with arthrography. They are constantly evolving. This is the case of ultrasound with new methods improving lesion detection and characterization of the tear, whose current issue is the reduction of radiation and MRI with the new antennas are more qualitative. The arthro-MRI outperforms MRI in the detection and analysis of small lesions. It benefits such as MRI technology improvements, but its advantage over MRI is reduced.

The imagery can have two distinct goals : to establish a positive diagnosis to guide treatment and / or make a precise preoperative assessment. It is worth remembering that imaging should not be considered until the completion of a thorough clinical assessment, because on the one hand, the diagnostic strategy depends on clinical assessment and on the other hand, the realization of sophisticated explorations without systematic screening clinic generates high costs for a limited therapeutic impact. The diagnostic strategies also depend on the intrinsic performance of each imaging modality but also how they are used. In general, the more lesions are small, over the imaging method must be effective. The identification of a posterior superior impingement may require the use of MR arthrography. An arthrogram or MRI are usually sufficient to achieve the preoperative assessment of rotator cuff tear accompanied by a

¹Service d'imagerie Guilloz, hôpital Central, CHU Nancy, avenue de Lattre-de-Tassigny, 54000 Nancy.

L'identification d'un conflit postérosupérieur peut nécessiter le recours à l'arthro-IRM. Un arthroscanner ou une IRM sont en principe suffisants pour réaliser le bilan préopératoire d'une rupture de coiffe s'accompagnant d'une diminution des amplitudes articulaires actives. Dans tous les cas, un examen de bonne qualité est nécessaire pour caractériser les lésions et en donner des mesures précises.

Mots clés : Imagerie coiffe des rotateurs. – Échographie épaule. – Arthro-scanner épaule. – IRM épaule.

decrease in active range of motion. In all cases, a clinical exam of good quality is necessary to characterize the lesions and give accurate measurements.

Key-words: Rotator cuff tears imaging. – Shoulder CT-scan. – Shoulder MRI. – Shoulder ultrasound.

La pathologie de la coiffe des rotateurs représente la première cause de consultation pour épaule douloureuse. La rupture de la coiffe des rotateurs est particulièrement fréquente mais la nature précise des lésions et leurs conditions de survenue sont variables. On distingue habituellement les ruptures partielles du supra-ét/ou de l'infraspinatus, les ruptures transfixiantes de ces tendons, la rupture isolée du subscapularis et la rupture de la jonction myotendineuse de l'infraspinatus. Le conflit postéro-supérieur entre dans un cadre particulier : responsable de douleurs d'épaule chez le sportif, il associe en général une rupture partielle de la coiffe à des altérations glénoïdales ou labrales.

Les méthodes d'imagerie de la coiffe des rotateurs sont nombreuses : radiographie standard, échographie, arthroscanner, IRM et arthro-IRM. Elles sont en évolution permanentes. C'est notamment le cas de l'échographie dont les nouveaux modes améliorent la détection et la caractérisation lésionnelle, de l'arthro-scanner dont l'enjeu actuel est la réduction de l'irradiation et de l'IRM dont les nouvelles antennes ont encore plus d'impact qualitatif que l'augmentation de l'intensité du champ. L'arthro-IRM surpasse l'IRM dans la détection et l'analyse des petites lésions. Elle bénéficie comme l'IRM des améliorations technologiques mais son avantage par rapport à l'IRM se réduit progressivement [1–3].

L'imagerie peut avoir deux buts distincts : établir un diagnostic positif afin d'orienter le traitement et/ou réaliser un bilan préopératoire précis [4, 5]. Il n'est pas inutile de rappeler que l'imagerie ne doit pas être envisagée avant la réalisation d'un bilan clinique soigneux car, d'une part, la stratégie diagnostique dépend de ce bilan clinique et, d'autre part, la réalisation d'explorations sophistiquées systématiques sans tri clinique génère des coûts élevés pour un impact thérapeutique limité [6]. Les stratégies diagnostiques dépendent également des performances intrinsèques de chaque modalité d'imagerie mais également de la façon dont

elles sont utilisées. De façon générale, plus les lésions recherchées sont de petite taille, plus la méthode d'imagerie doit être performante. L'identification d'un conflit postéro-supérieur peut nécessiter le recours à l'arthro-IRM. Un arthroscanner ou une IRM sont en principe suffisants pour réaliser le bilan préopératoire d'une rupture de coiffe s'accompagnant d'une diminution des amplitudes articulaires actives. Dans tous les cas, un examen de bonne qualité est nécessaire pour caractériser les lésions et en donner des mesures précises [7].

Le but de cet article est de fournir un rappel technique sur les différentes modalités d'imagerie, préciser leur valeur diagnostique et proposer des arbres diagnostiques simples et pertinents. La valeur pronostique et l'impact thérapeutique des anomalies décrites, traitées dans les autres chapitres de cet ouvrage, ne seront pas abordés ici.

Technique

Radiographie standard

Le bilan radiographique standard de l'épaule est toujours indispensable car cette technique simple, peu onéreuse et peu irradiante, procure une vision globale de cette région anatomique et fournit parfois un diagnostic suffisamment précis pour clore le bilan d'imagerie. Elle doit éviter une des confusions diagnostiques les plus fréquentes de l'IRM seule qui ne permet pas toujours de différencier une tendinopathie calcifiante d'une rupture de coiffe. Pour toutes ces raisons, la Société française de radiologie a édité un livre de recommandations dans lequel il est stipulé qu'un bilan radiographique standard de qualité doit s'associer à l'échographie et toujours précéder un arthroscanner ou une IRM [8].

Le choix des incidences dépend du contexte clinique [9]. Devant une suspicion d'atteinte de la coiffe des

rotateurs, le bilan de base comporte deux incidences de face en double obliquité, en rotations latérale et médiale, une incidence de face vraie en décubitus selon Railhac, une incidence de profil sous-acromial (également appelée profil de Neer, profil de coiffe ou Lamy modifié) [10]. L'incidence de Railhac est une incidence de face vraie, en rotation neutre et à rayons droits. C'est la seule qui soit réalisée en décubitus. L'incidence de Railhac permet de s'abstenir du cliché de face classique en rotation neutre et offre deux avantages significatifs : elle montre bien l'articulation acromio-claviculaire ; c'est le cliché le plus sensible pour révéler un pincement sous-acromial (figure 1) [11]. Chez le sportif, un profil glénoïdien de Bernageau doit également être réalisé pour ne pas méconnaître des lésions de passage liées à une instabilité ou les remaniements du rebord postéro-supérieur de la glène qui entrent dans le cadre du conflit éponyme.

Échographie

L'échographie est un examen clé pour analyser les lésions de la coiffe des rotateurs et les conflits [12–14]. Elle nécessite un appareillage adapté (matériel haut de gamme, sondes hautes fréquences et modes harmoniques) et un opérateur entraîné. Elle doit systématiquement être réalisée de façon bilatérale. L'étude porte principalement sur les différents tendons de la coiffe et sur le tendon du long biceps qui doivent être étudiés dans leur grand et petit axes. Grâce à une étude dynamique, l'échographie permet la visualisation directe des conflits. Cet examen comporte également l'analyse de la trophicité musculaire, des contours osseux, des

éléments articulaires gléno-huméraux accessibles, de la synoviale, de l'épanchement, de l'articulation acromio-claviculaire, des éléments vasculo-nerveux. Enfin, l'échographie peut guider une infiltration de la bourse sous-acromiale.

Arthroscanner

Malgré l'avènement du scanner volumique, l'arthroscanner de l'épaule n'est pas en vogue aux États-Unis [5]. En revanche, en France et en Europe, cette technique a l'adhésion des radiologues et des orthopédistes [15–19].

La technique doit être rigoureuse : ponction précise et injection sans « tatouage », mobilisation de l'articulation entre le temps arthrographique et le temps scannographique, positionnement de l'épaule au plus près du centre du gantry, décalage des massifs des épaules pour réduire les artefacts de durcissement du faisceau de rayons X, axe de la glène vertical, rotation neutre ou légère rotation latérale de l'humérus, coupes de l'ordre du millimètre, champ de reconstruction adéquat, MPR (*multiplanar reconstruction*) bien positionnées frontales et sagittales, analyse en fenêtre os avec un filtre favorisant la résolution spatiale et en fenêtre parties molles avec un filtre standard.

Une résolution spatiale élevée dans les trois plans de l'espace, une analyse tridimensionnelle interactive et un excellent contraste intra-articulaire sont des avantages techniques incontestables. Le diagnostic d'une rupture de la coiffe des rotateurs est aisé car la séméiologie est simple : passage ou non de produit de contraste. Par ailleurs, c'est la meilleure technique

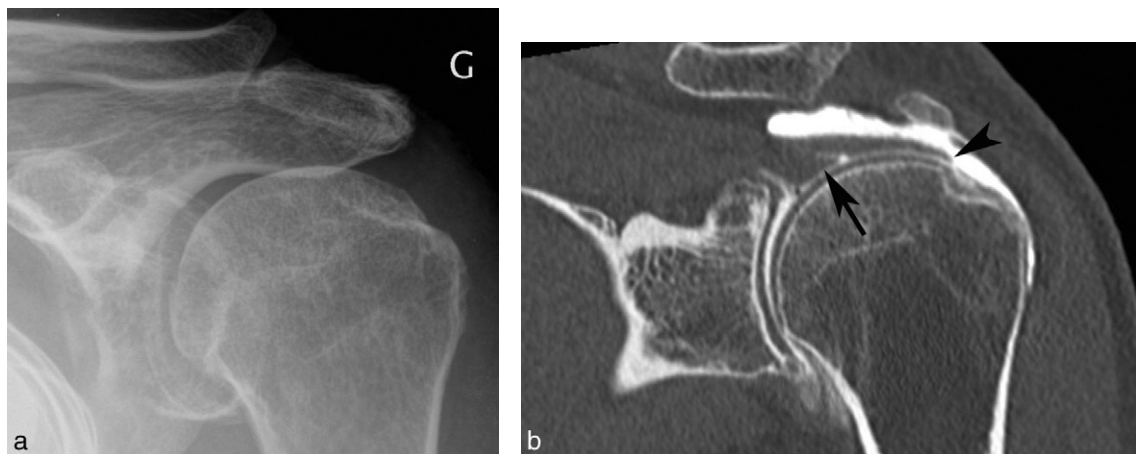


Figure 1. Intérêt de l'incidence de Railhac chez un patient présentant une large rupture de coiffe sans pincement sous-acromial sur les clichés de face. a. Incidence de Railhac montrant un minime pincement sous-acromial (espace sous-acromial = 5–6 mm). a. Arthroscanner montrant une rupture étendue du supraépineux avec une rétraction importante des fibres profondes (flèche) et plus modérée des fibres superficielles (tête de flèche).

d'imagerie pour détecter les lésions cartilagineuses. Elle méconnaît en revanche les lésions intratendineuses ou les ruptures partielles de la face bursale du tendon du supra-épineux. Enfin, son caractère irradiant doit bien faire peser son indication et faire préférer les appareils ayant le meilleur rapport dose/qualité d'image, comme les scanners à large système de détection permettant l'abandon de l'acquisition hélicoïdale et ceux disposant de la reconstruction itérative. Ces nouveaux outils peuvent réduire l'irradiation de plus de 75 % par rapport aux examens réalisés il y a quelques années !

Par ailleurs, si personnellement nous restons attachés au temps arthrographique, il faut reconnaître que son intérêt s'est restreint et que certaines équipes l'ont totalement supprimé. Enfin, dans les cas où une infiltration de la bourse sous-acromiale est indiquée, il est possible de réaliser une bursographie avec un bursoscanner qui montre l'état de la face superficielle des tendons de la coiffe [20].

IRM

Cette technique, dont il est classique de souligner l'absence de nocivité et des performances globalement élevées, fournit en général un excellent bilan préopératoire de la coiffe des rotateurs. Elle présente cependant quelques limites qui peuvent lui faire préférer dans certains cas l'arthro-IRM et/ou l'arthroscanner [21].

Sa résolution spatiale médiocre (avec notamment des coupes qui restent supérieures à 3 mm) et l'absence de distension articulaire peuvent compromettre la détection et la caractérisation des petites lésions. Les calcifications tendineuses peuvent être méconnues et une inflammation peut en imposer pour une rupture. Enfin, la qualité d'image est très dépendante des performances de l'appareil et des conditions d'exploration. Les meilleurs résultats sont théoriquement fournis par les appareils haut-champ (3T) ayant un large tunnel et munis d'une antenne épaule multi-élément. Un large tunnel facilite le confort et l'installation du patient. L'intensité du champ et la qualité de l'antenne (ainsi que d'autres facteurs technologiques) influencent directement le rapport signal-sur-bruit dont l'augmentation peut être mise à profit pour améliorer la qualité de l'image tout en réduisant les temps d'acquisition.

Sur un plan pratique, le bon positionnement de l'antenne est essentiel. La taille du champ d'exploration est de l'ordre de 15 cm. Le patient est en décubitus dorsal, en soulevant légèrement le côté sain ; le bras homolatéral est le long du corps en légère rotation externe, l'épaule à explorer est positionnée au plus près du centre de l'aimant.

Le choix des séquences et des paramètres est également important. Les trois plans d'acquisition en pondération T2 sont obligatoires. Ces acquisitions sont réalisées en Fast spin écho (ou turbo spin écho) avec Fat Sat. Le TE doit se situer entre 35 et 60 ms. Un TE plus long dégrade le rapport signal-sur-bruit. Un TE inférieur à 35 ms (pondération rho ou en densité de proton) fournit des images flatteuses avec un bon rapport signal-sur-bruit mais le diagnostic et la caractérisation des lésions tendineuses sont plus aléatoires. En effet, un TE court génère un artefact d'angle magique qui confère un hypersignal relatif au tendon du supra-épineux (dont l'orientation est d'environ 55° par rapport à Bo). Cet hypersignal peut simuler une tendinopathie. De plus, la distinction entre tendinite et rupture est plus difficile. Enfin, l'œdème musculaire (rupture de la jonction myotendineuse, neuropathie...) peut être moins visible en raison du signal musculaire spontanément plus élevé.

La réalisation de séquences pondérées T1 sans Fat Sat est obligatoire afin d'explorer tous les tissus comportant de la graisse (os), étudier la trophicité musculaire et caractériser les lésions tumorales ou pseudo-tumorales. Un seul plan, axial ou sagittal, peut être suffisant mais les deux plans sont préférables. Les séquences 3D sont utilisées par certaines équipes mais leur intérêt n'est pas clairement démontré. L'injection IV de gadolinium est rarement réalisée mais elle peut être utile pour préciser ou confirmer une tendinopathie calcifiante, une capsulite rétractile, une synovite ou une lésion du subscapulaire. Elle est indispensable en cas de processus tumoral.

Arthro-IRM

Depuis de 20 ans, l'arthro-IRM est la méthode d'imagerie de référence de l'épaule [22, 23]. Les publications la concernant sont nettement plus nombreuses que celles portant sur l'IRM ou surtout l'arthroscanner. Pourtant, sa supériorité diagnostique varie en fonction du cadre nosologique et un bilan radioclinique précis est nécessaire avant d'en poser l'indication [24]. Chez le patient jeune et sportif où les lésions sont en général de petite taille, l'arthro-IRM est plus précise que l'IRM et plus exhaustive que l'arthroscanner (figure 2). De plus, son caractère non irradiant est indiscutablement un avantage, en particulier chez les femmes. Chez les patients âgés chez qui l'on suspecte une rupture de coiffe cliniquement, la valeur diagnostique ajoutée de cette technique n'est pas significative et l'absence d'irradiation un bien faible avantage au vu de ses inconvénients : coût élevé, contraintes logistiques, pénibilité supérieure à l'arthroscanner. L'arthro-IRM est donc loin d'être justifiée dans tous les cas.

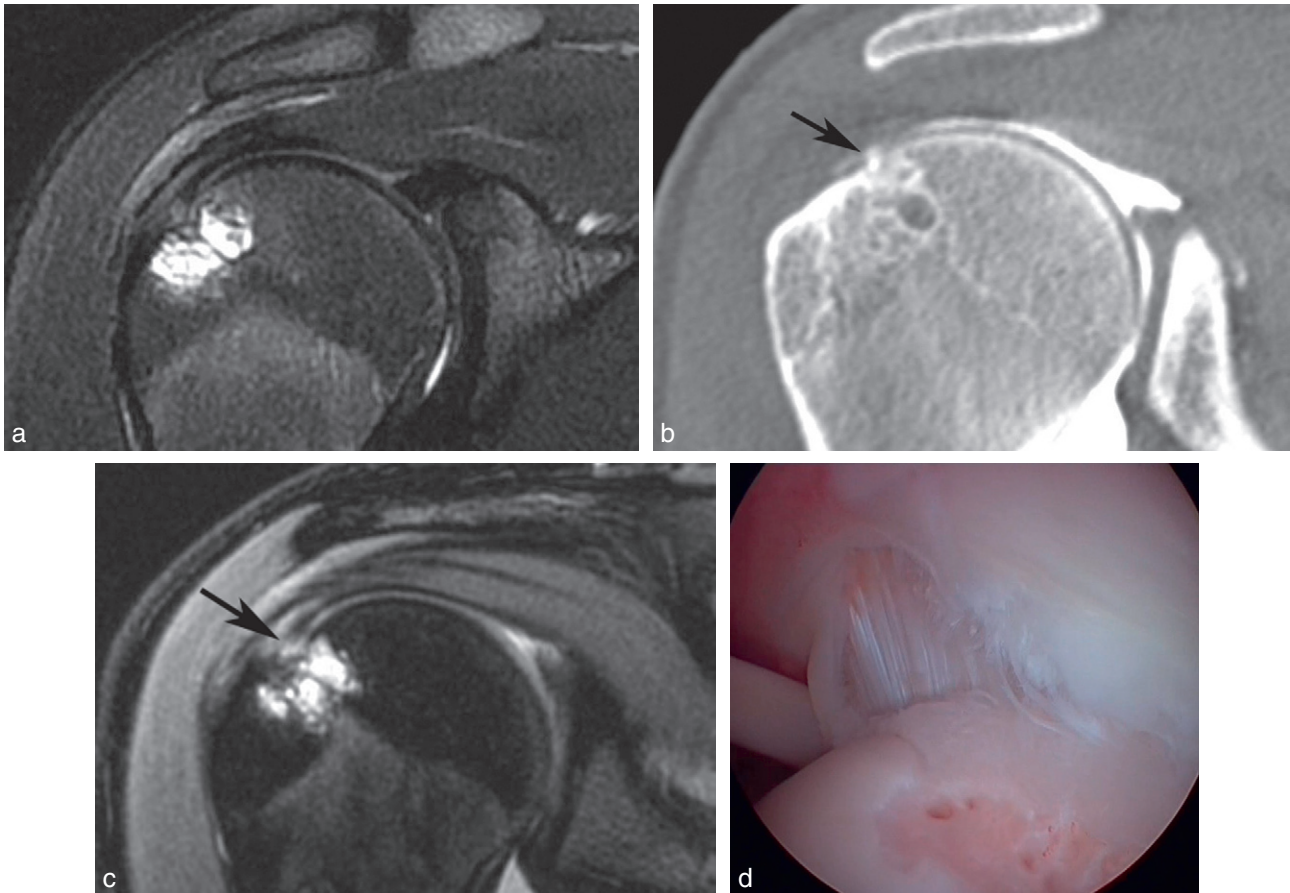


Figure 2. Conflit postérosupérieur chez une handballeuse de 18 ans. Comparaison de l'IRM (a), de l'arthroscanner (b) et de l'arthro-IRM (c). L'IRM montre des géodes et un œdème médullaire de la région postéroexterne de la tête humérale. L'arthroscanner montre une petite géode de la région postéroexterne de la tête humérale et une petite rupture partielle de la face profonde de l'infra-épineux (flèche). L'arthro-IRM montre mieux l'ensemble des anomalies. L'arthroscopie (d) montre la rupture de la face profonde du supraépineux et des lésions ostéochondrales de la tête humérale.

L'arthro-IRM a trois objectifs [24] :

- remplir l'articulation pour déplisser les structures collabées et silhouetter l'ensemble des structures intra-articulaires. Cette action mécanique, liée à la diffusion du liquide, permet de mieux délimiter les structures articulaires et de mieux identifier les brèches ou les espaces communiquant avec l'articulation ;
- augmenter le contraste intra-articulaire et le rapport signal-sur-bruit pour permettre in fine une amélioration de la résolution spatiale et une meilleure identification des petites anomalies ;
- réduire les temps d'acquisition et les artefacts.

Il existe plusieurs techniques d'arthro-IRM (tableau 1) : l'arthro-IRM indirecte après injection IV de gadolinium et l'arthro-IRM avec injection intra-articulaire directe de produit de contraste iodés et/ou de gadolinium [25, 26]. L'arthro-IRM indirecte tire profit de la diffusion dans la synoviale puis dans le liquide articulaire des chélate de gadolinium injectés par voie intraveineuse [27]. Cependant, elle n'augmente pas la

quantité de liquide dans l'articulation. L'arthro-IRM directe au produit de contraste iodé est la conjonction d'une arthrographie et d'une IRM standard. Cette méthode est simple car la procédure arthrographique, largement utilisée pour l'arthroscanner, est éprouvée et bien codifiée. Par ailleurs, les séquences pondérées T2 représentent dans tous les cas la base d'une exploration articulaire en IRM et, par conséquent, l'examen ne diffère en rien dans son mode de réalisation, d'un examen sans arthrographie préalable. Un arthroscanner peut bien sûr être réalisé dans le même temps afin de bénéficier des avantages des deux techniques (figure 2). L'arthro-IRM directe au gadolinium repose sur l'injection intra-articulaire directe d'un chélate de gadolinium très dilué (figure 3). Deux produits possèdent l'AMM pour cette indication. Avec cette technique, les séquences pondérées T1 avec la suppression du signal de la graisse (Fat Sat) permettent d'identifier avec certitude les zones s'imprégnant du produit de contraste et de les différencier des zones liquidiennes

Tableau 1
Caractéristiques des trois principaux types d'arthro-IRM

Type d'arthro-IRM	Arthro-IRM indirecte	Arthro-IRM directe au produit de contraste Iodé (ou au sérum physiologique)	Arthro-IRM directe au gadolinium
Modalités d'injection	injection intraveineuse de gadolinium	injection intra-articulaire	injection intra-articulaire de gadolinium dilué
Signal du liquide articulaire	hypersignal en T1 et en T2	hyposignal en T1 et hypersignal en T2	hypersignal en T1 et en T2
Distension articulaire	0	oui	oui
Amélioration du contraste	++	++	+++

non communicantes avec l'articulation. Les séquences pondérées T2 restent néanmoins indispensables pour étudier le versant bursal de la coiffe ([figure 4](#)).

Enfin, certains auteurs proposent de réaliser les acquisitions en position d'abduction-rotation externe (ABER) afin de mieux détecter et quantifier les ruptures partielles de la face profonde du supra-épineux et de l'infra-épineux [[28](#)] ([figure 4](#)).

Place des examens

Devant une atteinte clinique de la coiffe des rotateurs, le bilan débute en général par le couple radiographie-échographie. Les examens plus sophistiqués (arthroscanner, IRM, arthro-IRM) sont indiqués en cas de discordance radioclinique ou lorsqu'un traitement chirurgical est envisagé. L'arthroscanner ou l'IRM sont en général suffisants.

La place de l'arthro-IRM, technique de référence dans de nombreux pays, reste discutée en France. L'arthro-IRM est indiscutablement l'examen le plus exhaustif mais devant une rupture de coiffe cliniquement patente, l'arthroscanner ou l'IRM suffisent en général pour réaliser un bilan préopératoire précis et définir la prise en charge. L'arthro-IRM se justifie pleinement lorsqu'il s'agit de détecter et préciser une petite rupture (patient jeune et sportif) ou d'éliminer une autre pathologie. Elle peut également se justifier si l'appareillage est médiocre.

Dans une méta-analyse récente, De Jesus a comparé la précision de l'IRM, de l'arthro-IRM et de l'échographie dans le diagnostic de rupture de coiffe [[21](#)]; 65 articles publiés de 1966 à 2007 ont été retenus. Cette analyse montre que l'arthro-IRM est plus sensible et plus spécifique que les deux autres méthodes ([tableau 2](#)). Dans une étude récente réalisée sur un

appareil 3T sur 150 patients de moins de 50 ans ayant bénéficié d'une IRM et d'une arthro-IRM, la sensibilité et la spécificité de l'arthro-IRM étaient similaires à celles de l'IRM pour les ruptures partielles de la face bursale et les ruptures transfixiantes du supra-épineux. En revanche, elles étaient supérieures en cas de rupture de la face profonde ([tableau 3](#)) [[1](#)]. Dans une étude portant sur 108 patients consécutifs âgés de 18 à 40 ans et ayant bénéficié d'un arthroscanner et d'une arthro-IRM en un temps, Detreille a comparé l'arthroscanner et l'arthro-IRM à la lecture combinée des deux techniques, considérée comme la méthode de référence. La confiance dans le diagnostic porté en arthroscanner était supérieure ou égale en fonction des lecteurs à celle dans l'arthro-IRM. La sensibilité de l'arthroscanner et de l'arthro-IRM était variable selon la structure analysée [[29](#)].

Dans le cas particulier du patient sportif, les données de la littérature concernant la valeur comparée des examens sont encore plus pauvres. Comme dans d'autres domaines, de nombreuses équipes françaises préfèrent l'arthroscanner et les Anglo-Saxons l'IRM ou l'arthro-IRM. Les avantages de l'arthroscanner sont de permettre une analyse plus facile des altérations de la glène et du cartilage et la mesure de la rétrotorsion humérale. Ceux de l'IRM et de l'arthro-IRM sont de pouvoir révéler des tendinopathies non rompues de la coiffe des rotateurs et d'éliminer plus facilement les autres pathologies du sportif. Certaines équipes réalisent de façon combinée (une seule ponction) un arthroscanner et une arthro-IRM afin de bénéficier des informations de chacune de ces techniques. C'est le protocole que nous avons adopté pour les patients sportifs. Notre technique repose sur l'injection exclusive de produit de contraste iodé, ce qui en fait un procédé simple et efficace. Dans l'étude de Magee publiée en 2004 portant

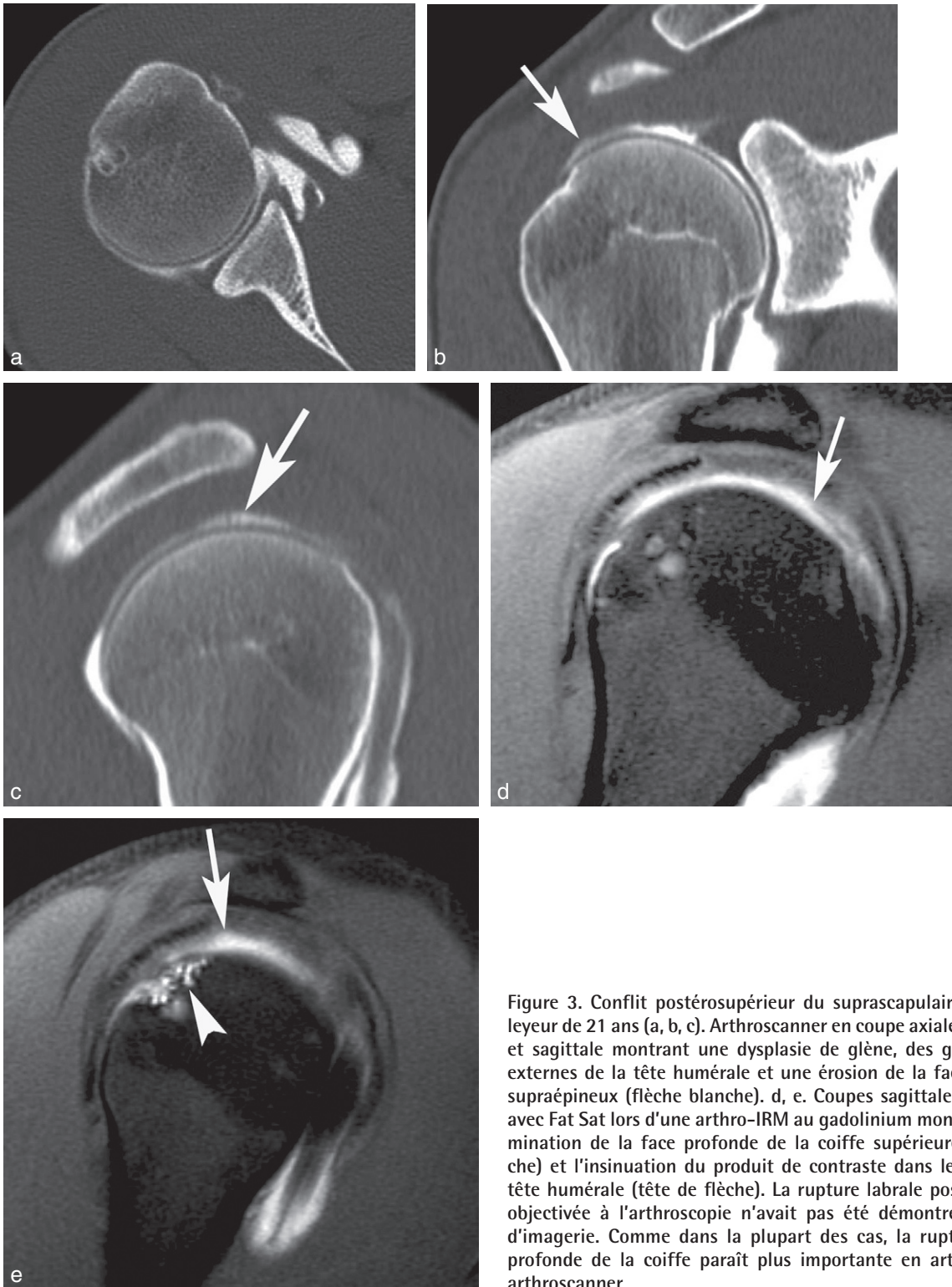


Figure 3. Conflit postérosupérieur du suprascapulaire chez un volleyeur de 21 ans (a, b, c). Arthroscanner en coupe axiale, MPR coronale et sagittale montrant une dysplasie de glène, des géodes postéro-externes de la tête humérale et une érosion de la face profonde du supraépineux (flèche blanche). d, e. Coupes sagittales pondérées T1 avec Fat Sat lors d'une arthro-IRM au gadolinium montrant une délamination de la face profonde de la coiffe supérieure (flèche blanche) et l'insinuation du produit de contraste dans les géodes de la tête humérale (tête de flèche). La rupture labrale postérosupérieure objectivée à l'arthroscopie n'avait pas été démontrée par le bilan d'imagerie. Comme dans la plupart des cas, la rupture de la face profonde de la coiffe paraît plus importante en arthro-IRM qu'en arthroscanner.

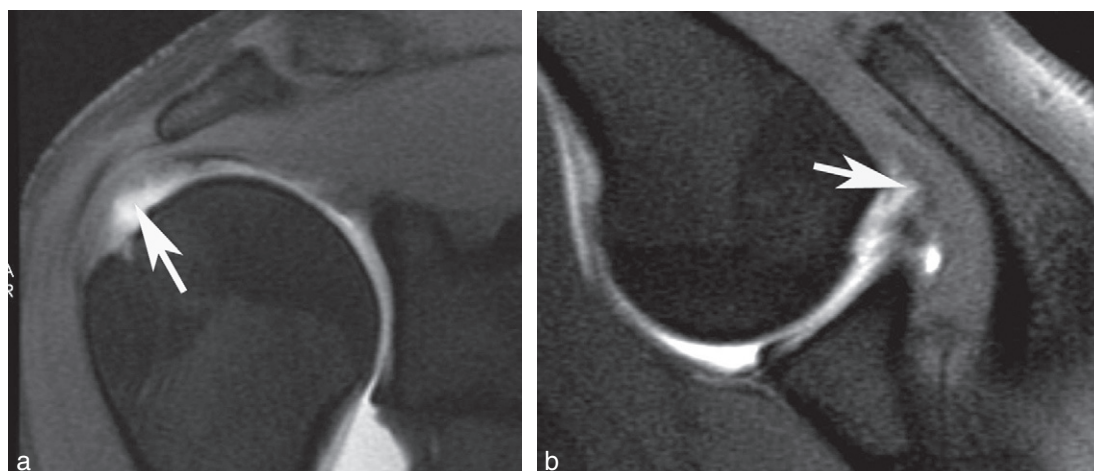


Figure 4. Rupture partielle de la face profonde du supraépineux chez une patiente de 22 ans handballeuse. a. Arthro-IRM directe au gadolinium en position anatomique montrant une importante rupture de la face profonde du supraépineux (flèche). b. En position ABER, on visualise la dissection tendineuse (flèche) et l'interposition des fibres profondes entre la glène et l'humérus.

Tableau 2

Sensibilité et spécificité de l'arthro-IRM, l'IRM et l'échographie dans les ruptures de coiffe selon la méta-analyse de De Jesus [21]

Technique	Sensibilité (%)	Spécificité (%)
Rupture transfixiante		
Arthro-IRM	95,4	98,9
IRM	92,1	92,9
Échographie	92,3	94,4
Rupture partielle		
Arthro-IRM	85,9	96,0
IRM	63,6	91,7
Échographie	66,7	93,5
Rupture (partielle ou transfixiante)		
Arthro-IRM	92,3	94,5
IRM	87,0	81,7
Échographie	85,1	86,1
Somme de toutes les ruptures		
Arthro-IRM	91,7	96,5
IRM	85,5	90,4
Échographie	85,1	92,0

sur 20 athlètes professionnels (joueurs de baseball) et 50 athlètes non professionnels tous symptomatiques et ayant bénéficié d'une IRM et d'une arthro-IRM, l'arthro-IRM était considérablement plus sensible que l'IRM pour la détection des ruptures partielles des tendons de la coiffe et des ruptures labrales [2].

Rappelons enfin que la ponction articulaire réalisée pour l'arthroscanner ou l'arthro-IRM peut être mise à profit pour injecter des corticoïdes dans l'articulation.

Conflit postérosupérieur

Le conflit glénoïdien postéro-supérieur, décrit par Walch en 1991, survient plus particulièrement dans les sports de lancer ou d'armé du bras [30]. Son diagnostic en imagerie peut être difficile. Il vise à mettre en évidence des anomalies de la grosse tubérosité, de la coiffe des rotateurs et de la portion postéro-supérieure du labrum ou de la glène.

Le bilan radiographique standard est systématique. Le diagnostic peut être évoqué lorsque :

- les incidences de face montrent des géodes postéro-externes de la tête humérale, à proximité de la grosse tubérosité ;
- le profil de Bernageau révèle des altérations du rebord postéro-supérieur de la glène à type de sclérose, de remaniement ostéophytique ou de léger décroché de l'os sous-chondral.

Après 40 ans, les géodes de la tête humérale sont fréquentes et n'ont aucune valeur pathologique. Chez le

Tableau 3

Sensibilité et spécificité de l'IRM et l'arthro-IRM dans les ruptures de coiffe à 3T selon Magee [1]

	IRM		Arthro-IRM	
	Sensibilité	Spécificité	Sensibilité	Spécificité
Rupture transfixiante	92	100	100	100
Rupture de la face profonde	68	100	97	100
Rupture de la face bursale	84	100	84	100

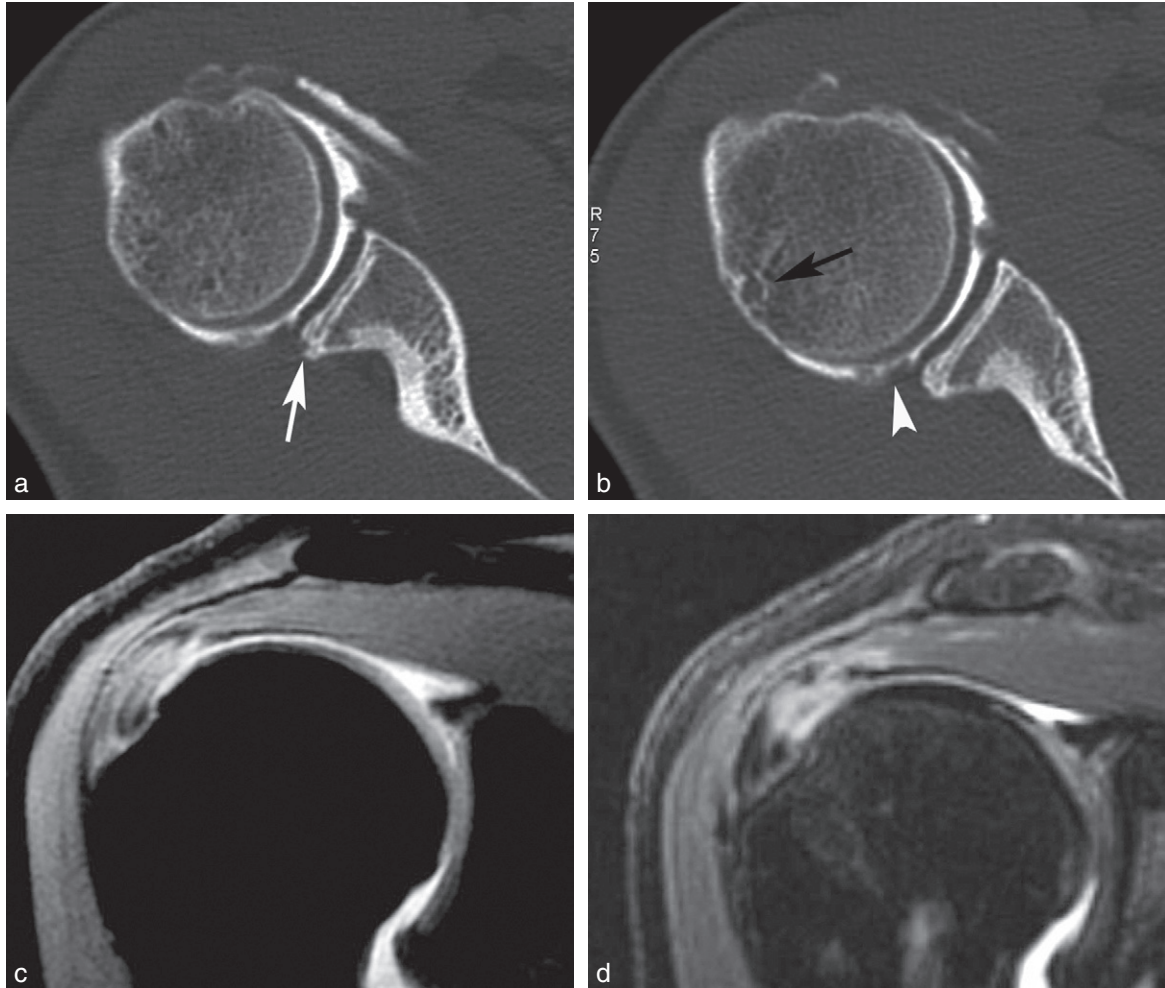


Figure 5. Conflit postérosupérieur chez une joueuse de water-polo de 35 ans de niveau national. a, b. Arthroscanner montrant un décroché de l'os sous-chondral du rebord postérosupérieur de la glène (flèche blanche), des altérations du labrum postérosupérieur (tête de flèche blanche) et une géode postéroexterne de la tête humérale (flèche noire). c, d. Coupes frontales pondérées T2 et T1 FatSat lors d'une arthro-IRM au gadolinium montrant une petite rupture de la face profonde et une tendinopathie sévère du supraépineux.

patient jeune et sportif, elles sont facilement différenciées d'une encoche de Malgaigne dont l'angle de raccordement avec la surface osseuse est ouvert et surtout qui survient dans un contexte d'instabilité antérieure. Les altérations de la glène doivent être différenciées des lésions d'instabilité postérieure dont la topogra-

phie est postérieure, voire d'une lésion de Bennett, postéro-inférieure.

Un arthroscanner, une IRM ou une arthro-IRM peuvent être réalisés pour rechercher des arguments diagnostiques supplémentaires et faire un bilan lésionnel. Les éléments suggérant le diagnostic sont les suivants (figures 2 à 5) :

- des géodes postéro-externes de la tête humérale, à proximité de la grosse tubérosité, parfois associées en IRM à un œdème médullaire relativement important;
- des remaniements du rebord postéro-supérieur de la glène (sclérose, ostéophyte ou léger décroché de l'os sous-chondral);
- aspect dégénératif (avec des franges), fissuré ou déchiré de la portion postéro-supérieure du labrum;
- des lésions cartilagineuses postéro-supérieures en regard du labrum;
- une tendinopathie simple non rompue ou une rupture partielle de la face profonde du supra-épineux ou de l'infra-épineux;
- une rétrotorsion humérale insuffisante (moins de 10°). Ces mesures réalisées au scanner sont essentiellement pratiquées si un geste chirurgical est envisagé.

Aucun de ces signes n'est constant et leur mise en évidence impose une technique d'examen et une analyse rigoureuses. Les signes négatifs sont aussi importants que les signes positifs :

- absence de signes d'instabilité antérieure (pas de lésion de Bankart);
- par de rupture labrale sous le tendon du long biceps;
- pas de signe de neuropathie.

Ces examens peuvent être réalisés en position de conflit (abduction-rotation externe ou ABER), voire de façon dynamique. Ces acquisitions supplémentaires peuvent montrer un contact entre la coiffe des rotateurs et le rebord postéro-supérieur de la glène, mais ce signe n'a aucune valeur puisque ce contact est physiologique. Il semble en revanche que ces acquisitions complémentaires améliorent la détection des anomalies du labrum, du cartilage ou de la coiffe (figure 4).

Ruptures partielles du supraspinatus et de l'infraspinatus

Les ruptures partielles du supraspinatus ou de l'infraspinatus s'opposent aux ruptures transfixiantes car elles ne traversent pas l'épaisseur des tendons et ne font donc pas communiquer l'articulation gléno-humérale avec la bourse sous-acromiale. Leur fréquence augmente avec l'âge, elles affectent également les patients sportifs (sports de lancer et d'armé) et sont loin d'être toujours symptomatiques [31–33].

On distingue en fonction de leur topographie :

- les ruptures de la face profonde (ou articulaire) du tendon, de loin les plus fréquentes;
- les ruptures intratendineuses (ou interstitielles);
- les ruptures de la face superficielles (ou bursale) du tendon.

Ces ruptures sont également classées en fonction de leur sévérité. Ellman propose une classification en trois stades de sévérité croissante (stade 1 : rupture < 3 mm de profondeur; stade 2 : rupture comprise entre 3 et 6 mm de profondeur ou moins de la moitié de l'épaisseur du tendon; stade 3 : rupture > 6 mm de profondeur ou plus de la moitié de l'épaisseur du tendon) [34]. Ellman recommande également d'apprécier l'étendue de la lésion pour adapter le traitement.

Snyder propose une classification fondée sur la localisation et l'étendue de la rupture [35]. La rupture est de type A lorsqu'elle est articulaire et B lorsqu'elle est bursale. Un coefficient de 0 à 4 est ajouté en fonction de son étendue (stade 0 : coiffe normale; stade 1 : fraying < 1 cm; stade 2 : lésion de 1 à 2 cm, stade 3 : lésion de 2 à 3 cm; stade 4 : lésion complexe avec un éventuel flap, dépassant 3 cm).

La *radiographie standard* est en général normale. Elle peut parfois montrer des géodes des tubérosités ou un acromion crochu en règle associés à une souffrance de la coiffe. L'espace sous-acromial est toujours normal et ≥ 7 mm.

L'*échographie* est une technique performante d'analyse de ces ruptures [36–38] (figures 6 à 10).

Les *lésions partielles de la portion superficielle du tendon* se manifestent par une perte de substance concave hypoéchogène, le plus souvent à proximité du tubercule majeur. La rupture peut être comblée par du liquide hypoéchogène issu de la bourse sous-acromiale ou par de la graisse péri-bursale hyperéchogène. On peut ainsi visualiser une perte focale de la convexité normale de la graisse péri-bursale hyperéchogène, sous la forme d'un méplat, voire d'une dépression. L'épanchement dans la bourse sous-acromiale est souvent modeste.

Les *lésions partielles profondes* sont plus fréquentes, elles sont visualisées sous la forme d'une interruption des fibres tendineuses de la face articulaire du tendon, remplies par du liquide articulaire. Elles apparaissent souvent comme des anomalies d'échogénicité mixte, hyper- et hypoéchogènes, volontiers associées à des irrégularités de la surface du tubercule majeur. Le recours à la mobilisation de l'épaule peut faciliter la visualisation de la déchirure en permettant au liquide de mieux la pénétrer.

Les *lésions partielles intratendineuses* correspondent en échographie à de subtiles lignes hypoéchogènes au sein du corps tendineux, sans extension superficielle ou profonde. Elles peuvent apparaître également sous la forme d'une ligne hyperéchogène entourée par un halo hypoéchogène. Le doppler puissance révèle parfois une hyperhémie au sein de ces lésions.

L'*arthroscanner*, contrairement à l'échographie ou l'IRM, ne peut montrer que les ruptures de la face

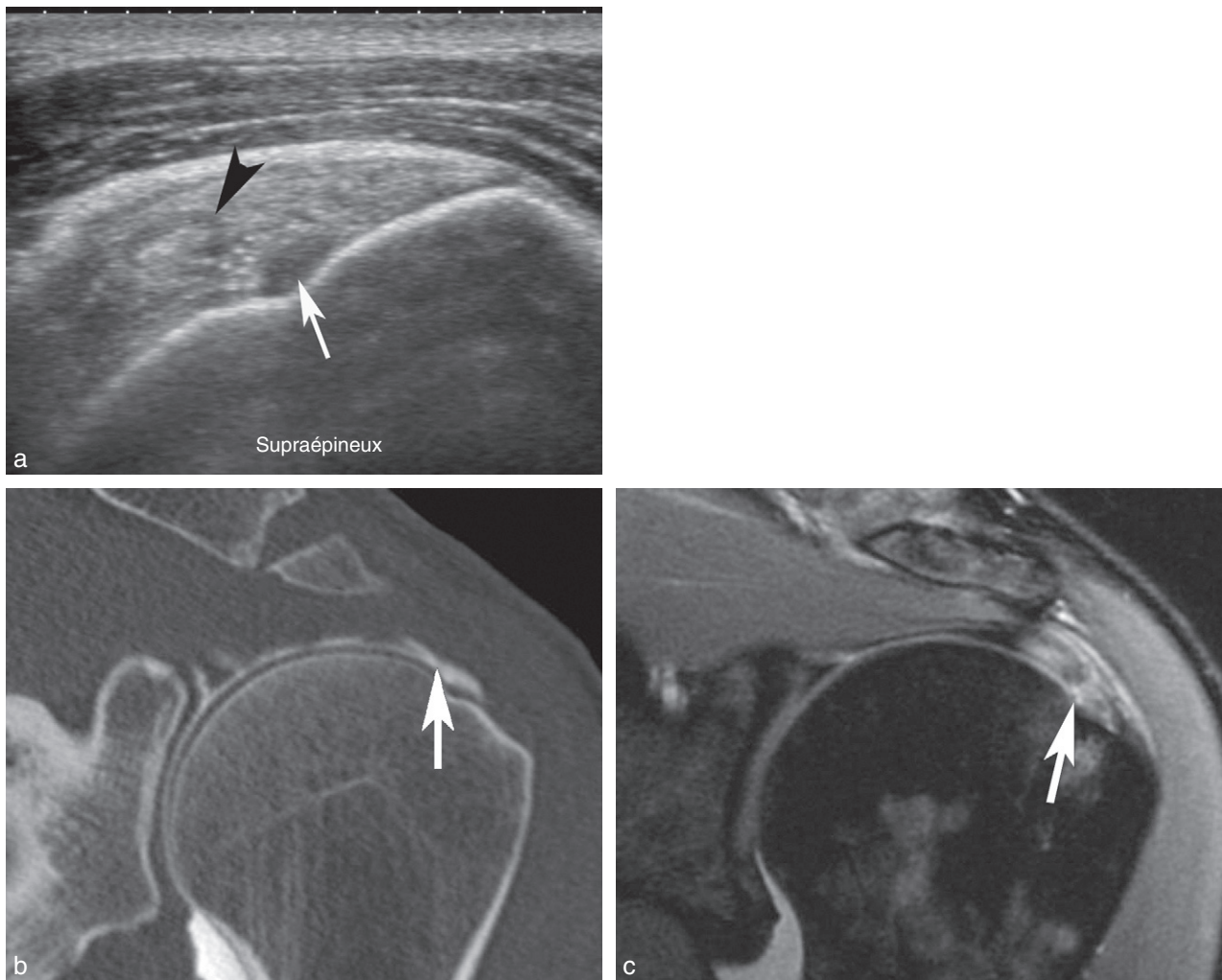


Figure 6. Rupture partielle quasitransfixiante de la face profonde du supraépineux chez un homme de 46 ans. a, b, c. Échographie, arthroscanner et arthro-IRM en pondération T2 montrant la rupture (flèche et tête de flèche) qui est plus profonde en échographie et en arthro-IRM qu'en arthroscanner.

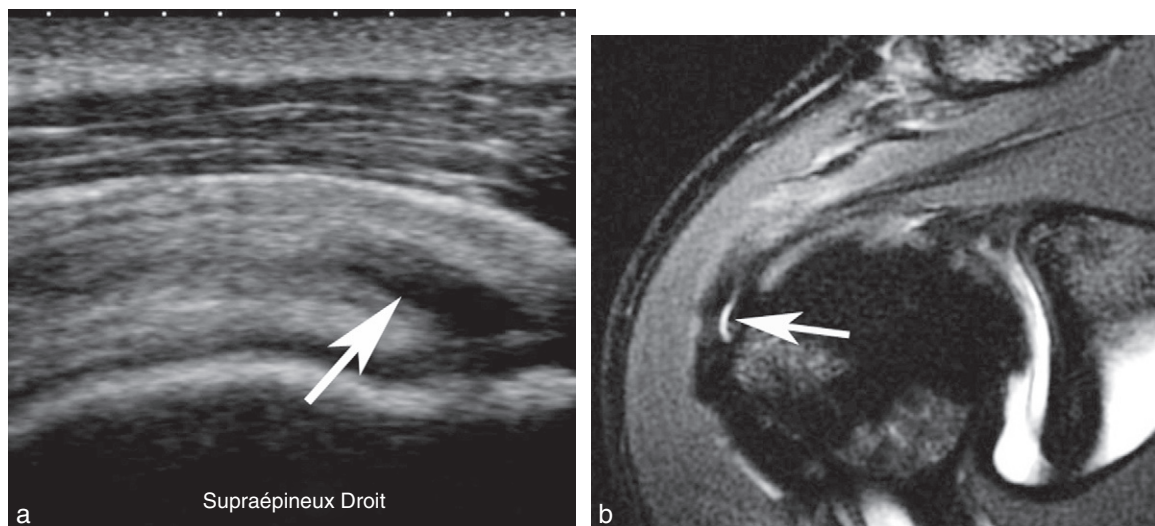


Figure 7. Rupture interstitielle chez un homme de 40 ans. a, b. Échographie et arthro-IRM en pondération T2 montrant une rupture interstitielle (flèche) au contact de l'enthèse du supraépineux.

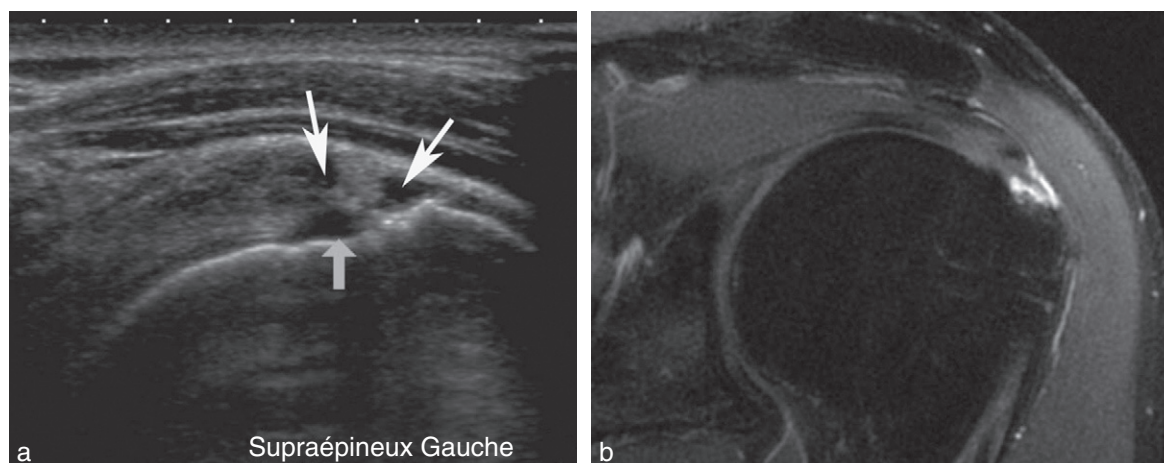


Figure 8. Rupture des faces superficielle et profonde du supraépineux chez un homme de 52 ans. a, b. Échographie et arthro-IRM en pondération T1 après injection intraveineuse de gadolinium montrant une rupture quasitransfixiante du supraépineux avec une atteinte des faces bursale et articulaire du tendon (flèches).

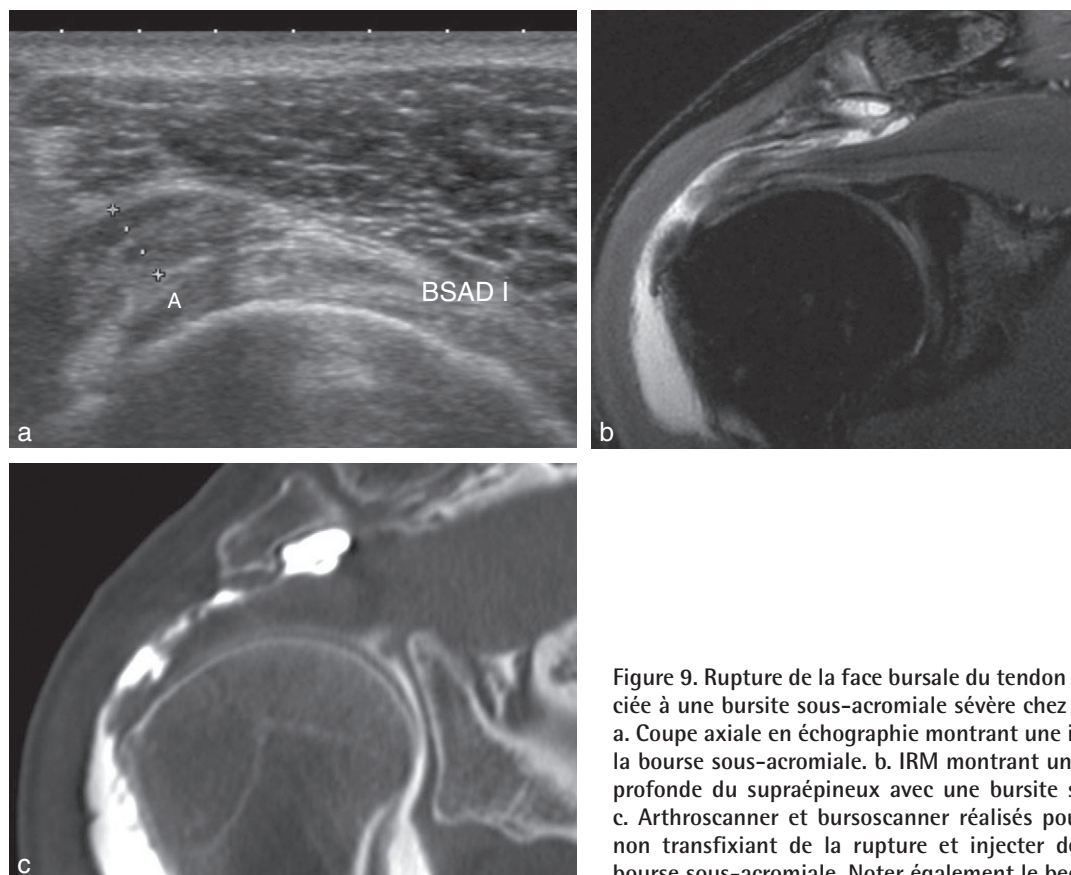


Figure 9. Rupture de la face bursale du tendon du supraépineux associée à une bursite sous-acromiale sévère chez une femme de 55 ans. a. Coupe axiale en échographie montrant une importante synovite de la bourse sous-acromiale. b. IRM montrant une rupture cratériforme profonde du supraépineux avec une bursite sous-acromiale sévère. c. Arthroscanner et bursoscanner réalisés pour vérifier le caractère non transfixiant de la rupture et injecter des corticoïdes dans la bourse sous-acromiale. Noter également le bec acromial.

profonde des tendons (figures 5, 8, 9). Les ruptures interstitielles et bursales ne sont pas détectables. Les ruptures de la face profonde se traduisent par une insinuation de produit de contraste dans le tendon dont l'étendue permet de classer la lésion et qui n'atteint pas

la bourse sous-acromiale. L'arthroscanner montre parfois une importante rupture des fibres profondes avec une rétraction tendineuse à l'aplomb de la tête humérale contrastant avec la préservation des fibres superficielles. En règle générale, le retentissement musculaire

est minime. S'il existe une arthrose gléno-humérale, elle ne peut être liée à cette rupture.

L'IRM montre la rupture sous forme d'un signal liquidien. Cette rupture est parfois difficile à différencier d'une tendinopathie, en particulier lorsqu'elle est inflammatoire et la radiographie standard est alors essentielle pour éliminer une tendinopathie calcifiante. Rappelons que le distinguo tendinopathie/rupture est d'autant plus facile que la pondération T2 de la séquence est élevée. L'injection intraveineuse de gadolinium révèle parfois une hyperhémie au sein de ces lésions. Par ailleurs, un kyste mucoïde intramusculaire traduit l'existence d'une rupture par laquelle il communique avec l'articulation. Cette rupture est en général un fin pertuis qui longe l'armature ten-

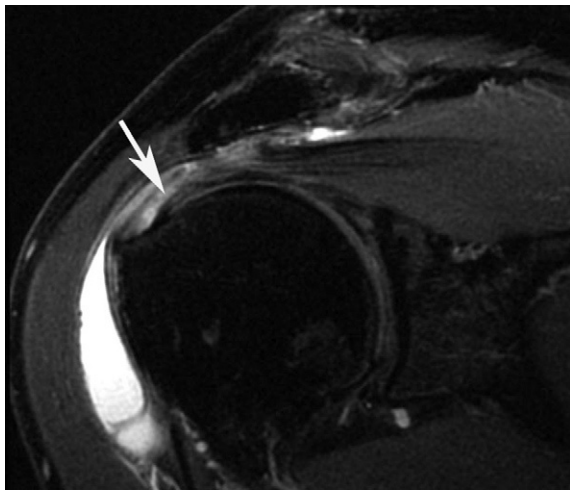


Figure 10. Rupture (flèche) de la face bursale du supraépineux disséquant le tendon jusqu'à son enthèse et bursite sous-acromiale sévère en IRM.

dineuse. Une atteinte dégénérative de l'articulation acromio-claviculaire (AAC) est fréquemment visible mais ce phénomène ne présente aucune corrélation ni avec les doléances cliniques, ni avec les anomalies radiographiques.

L'arthro-IRM montre la rupture interstitielle et bursale de la même façon qu'une IRM standard. En ce qui concerne les lésions profondes, elles communiquent avec l'articulation et présentent les mêmes caractéristiques en termes de signal que le liquide injecté dans l'articulation (figures 6 à 10).

Ruptures transfixiantes

Les ruptures transfixiantes traversent l'épaisseur du tendon et font communiquer l'articulation gléno-humérale avec la bourse sous-acromiale. Le spectre lésionnel est en fait varié avec d'un côté la petite rupture infracentimétrique sans anomalie radiologique et, de l'autre, l'omarthrose excentrée liée à une rupture large et ancienne de la coiffe des rotateurs.

La *radiographie standard* est donc le premier outil pour classer ces lésions et en apprécier leur gravité. La diminution de l'espace sous-acromial < 6 mm correspond à une ascension de la tête humérale et traduit une rupture étendue, atteignant au moins deux tendons, ceux du supra-épineux et de l'infra-épineux. L'espace sera d'autant plus pincé que la rupture est importante et que l'involution adipeuse de l'infra-épineux est sévère [39, 40] (figures 10 à 13). Hamada décrit cinq stades évolutifs [41] :

- le stade 1 : radiographie normale ;
- le stade 2 : pincement de l'espace sous-acromial ;
- le stade 3 : apparition d'une néo-articulation acromio-humérale ;

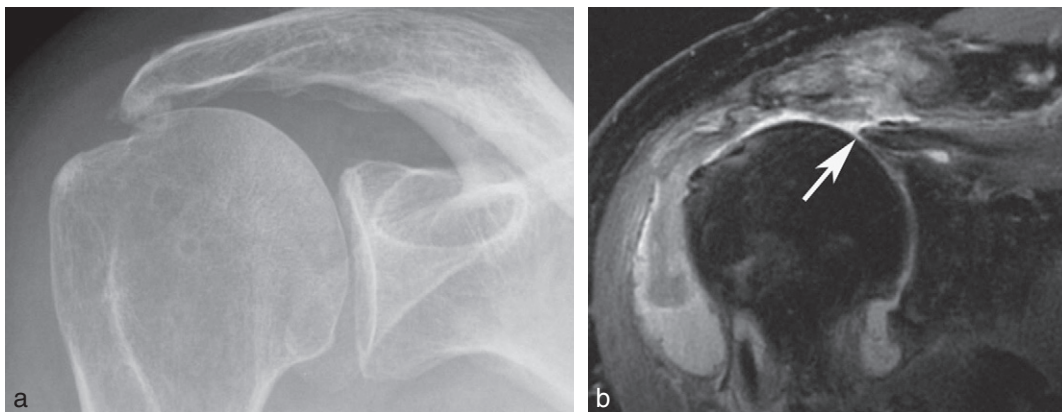


Figure 11. Large rupture de coiffe. a. Incidence de face montrant un pincement sous-acromial marqué témoin d'une large rupture. Il existe également une arthrose glénohumérale débutante. b. IRM confirmant la large rupture avec rétraction du tendon du supra-épineux (flèche). Noter également l'épanchement articulaire abondant.

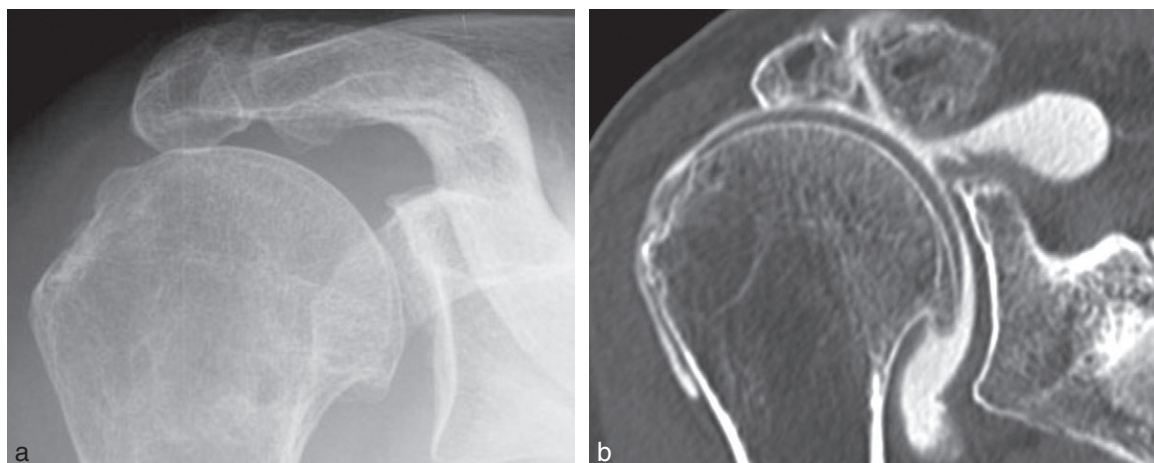


Figure 12. Large rupture de coiffe et omarthrose excentrée. a. Cliché standard de face montrant l'omarthrose excentrée. b. Arthroscanner montrant la disparition quasicomplète du supraépineux. Noter le contact acromiohuméral avec une ascension humérale plus marquée que sur le cliché standard, en raison du décubitus.

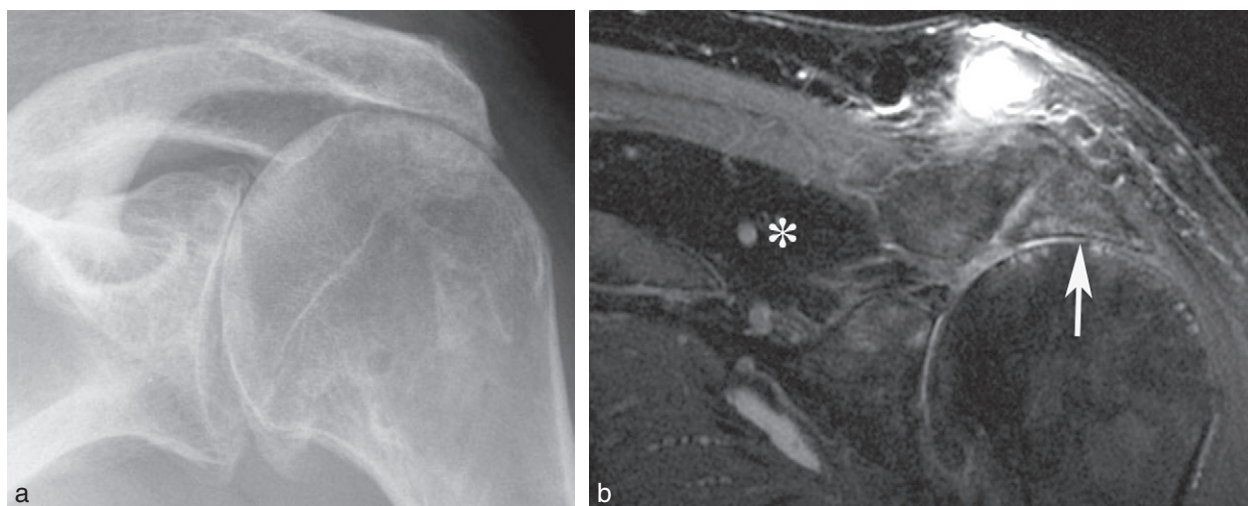


Figure 13. Omarthrose excentrée. a. Cliché standard de face montrant l'omarthrose excentrée avec une néoarticulation acromiohumérale, un pincement glénohuméral supérieur et une importante ostéophytose humérale inférieure. b. IRM en pondération T2 montrant la déshabitation de la fosse du supraépineux (astérisque) complètement occupée par de la graisse, la néoarticulation acromiohumérale avec une acétabulisation acromiale (flèche) et un volumineux kyste de l'articulation acromioclaviculaire.

- le stade 4 : apparition d'une arthrose gléno-humérale supérieure;
- le stade 5 : arthrose gléno-humérale généralisée.

En échographie, la séméiologie est riche [42, 43] (figures 14, 15 et 16).

Au stade aigu ou subaigu, un tendon déchiré apparaît tuméfié, hypoéchogène et hétérogène. Le siège exact de la rupture ne peut que très rarement être précisé et le diagnostic d'atteinte transfixiante se fonde essentiellement sur le signe indirect du « double épanchement » : épanchement dans l'articulation gléno-humérale et dans la bourse sous-acromiale. Mis en évidence

chez seulement 1,7 % de la population normale, il traduit une communication entre les deux compartiments avec une valeur prédictive positive de 54 à 95 % [44, 45]. Plus rarement, chez le jeune sportif, elle traduit une double pathologie.

Au stade chronique, la description de la rupture est plus aisée. En cas de rupture large, la rupture se traduit par la non-visualisation de la coiffe. En cas de rupture plus modérée, l'échographie montre une interruption des fibres tendineuses de la face profonde à la face superficielle, avec ou sans rétraction tendineuse, remplacées par une zone hypo- ou anéchogène. En l'ab-

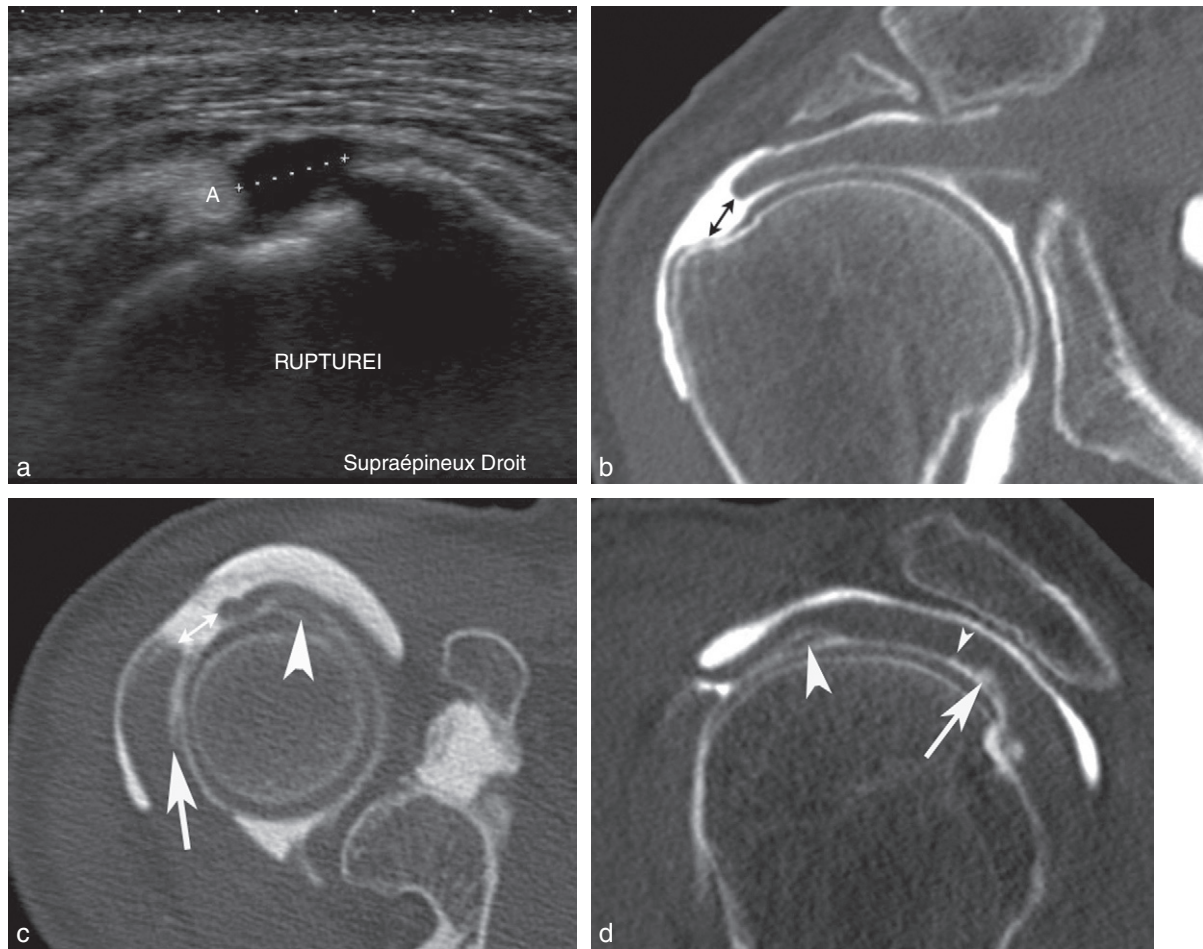


Figure 14. Rupture transfixiante du supraépineux. a. Échographie montrant une petite rupture transfixiante. b, c, d. Arthroscanner montrant une petite rupture transfixiante (stade 1) du tendon du supraépineux, mais également des érosions de sa face profonde (petite tête de flèche) et de celle de l'infraépineux et une fine dissection lamellaire profonde de l'infraépineux (flèche). Noter également l'extension de la rupture vers l'intervalle des rotateurs et la tendinopathie sévère du tendon du long biceps très aminci (grosse tête de flèche).

sence de rétraction tendineuse, la rupture est d'autant mieux visible qu'il existe un épanchement articulaire qui comble le manque tendineux. Dans le cas contraire, des manœuvres de compression des zones suspectes avec la sonde facilitent la différenciation entre le tendon sain et la rupture. Pour certains, un méplat du tendon correspondant au remplacement incomplet du défaut tendineux par un matériel échogène de nature diverse (fibrose, synoviale épaissie...) doit également faire évoquer une rupture transfixiante.

Des signes indirects peuvent parfois aider au diagnostic : le bombement vers le bas des fibres profondes du muscle deltoïde comblant le vide laissé par la rupture tendineuse; les irrégularités corticales du tubercule majeur; la visualisation d'une ligne hyperéchogène à l'interface entre le cartilage et l'articulation; le signe du double épanchement.

La rupture du tendon supra-épineux peut s'étendre aux tendons adjacents. L'extension la plus classique est postérieure, vers le tendon infra-épineux, sous la forme d'une dissection lamellaire, correspond à un clivage hypoéchogène dans l'épaisseur tendineuse. Dans ce cas, le tendon ne doit pas être mis en tension maximale afin de ne pas collaber cette fissuration. Enfin, l'échographie montre bien les fissurations et rupture du tendon du long biceps.

L'arthroscanner, l'IRM et l'arthro-IRM permettent un bilan lésionnel complet avec des performances diagnostiques variables selon la nature des lésions et les qualités de l'examen. L'analyse suit un ordre logique avec notamment une description de la brèche tendineuse, d'un éventuel clivage intratendineux, du status musculaire, de l'état du tendon du long biceps, de l'articulation gléno-humérale, de la bourse sous-acromiale

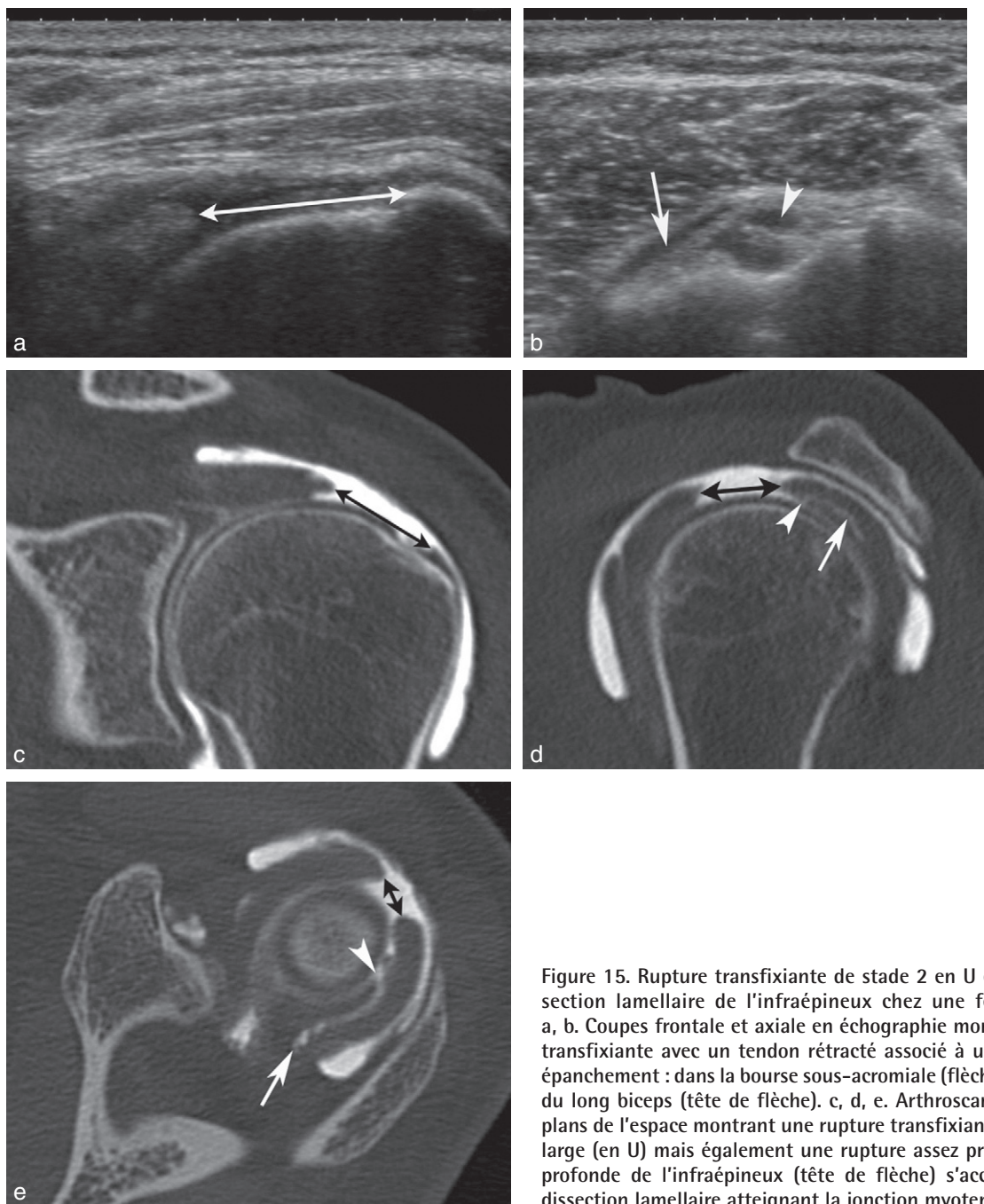


Figure 15. Rupture transfixiante de stade 2 en U et importante dissection lamellaire de l'infraépineux chez une femme de 54 ans. a, b. Coupes frontale et axiale en échographie montrant une rupture transfixiante avec un tendon rétracté associé à un signe du double épanchement : dans la bourse sous-acromiale (flèche) et dans la gaine du long biceps (tête de flèche). c, d, e. Arthroscanner dans les trois plans de l'espace montrant une rupture transfixiante plus longue que large (en U) mais également une rupture assez proximale de la face profonde de l'infraépineux (tête de flèche) s'accompagnant d'une dissection lamellaire atteignant la jonction myotendineuse (flèche).

et de l'articulation acromio-claviculaire (figures 14, 15 et 16).

La *brèche tendineuse* se traduit par un défaut tendineux, visible et mesurable dans les trois plans de l'espace. En IRM, le défaut est analysé en pondération T2 et son signal est liquidien. Les petites ruptures ne sont pas toujours faciles à différencier des tendinopathies inflammatoires où les fibres tendineuses désorganisées présentent un signal élevé.

Les ruptures doivent être classées en fonction de leur taille dans les plans frontal et sagittal et de leur forme. De nombreuses classifications existent [46], comme par exemple celle de DeOrio et Cofield qui classent les ruptures en quatre catégories en fonction de leur plus grande dimension : petite < 1 cm, moyenne 1–3 cm, large 3–5 cm, massive > 5 cm [47].

Il est souvent plus simple de les classer en trois stades dans le plan frontal [48] (figure 17) :

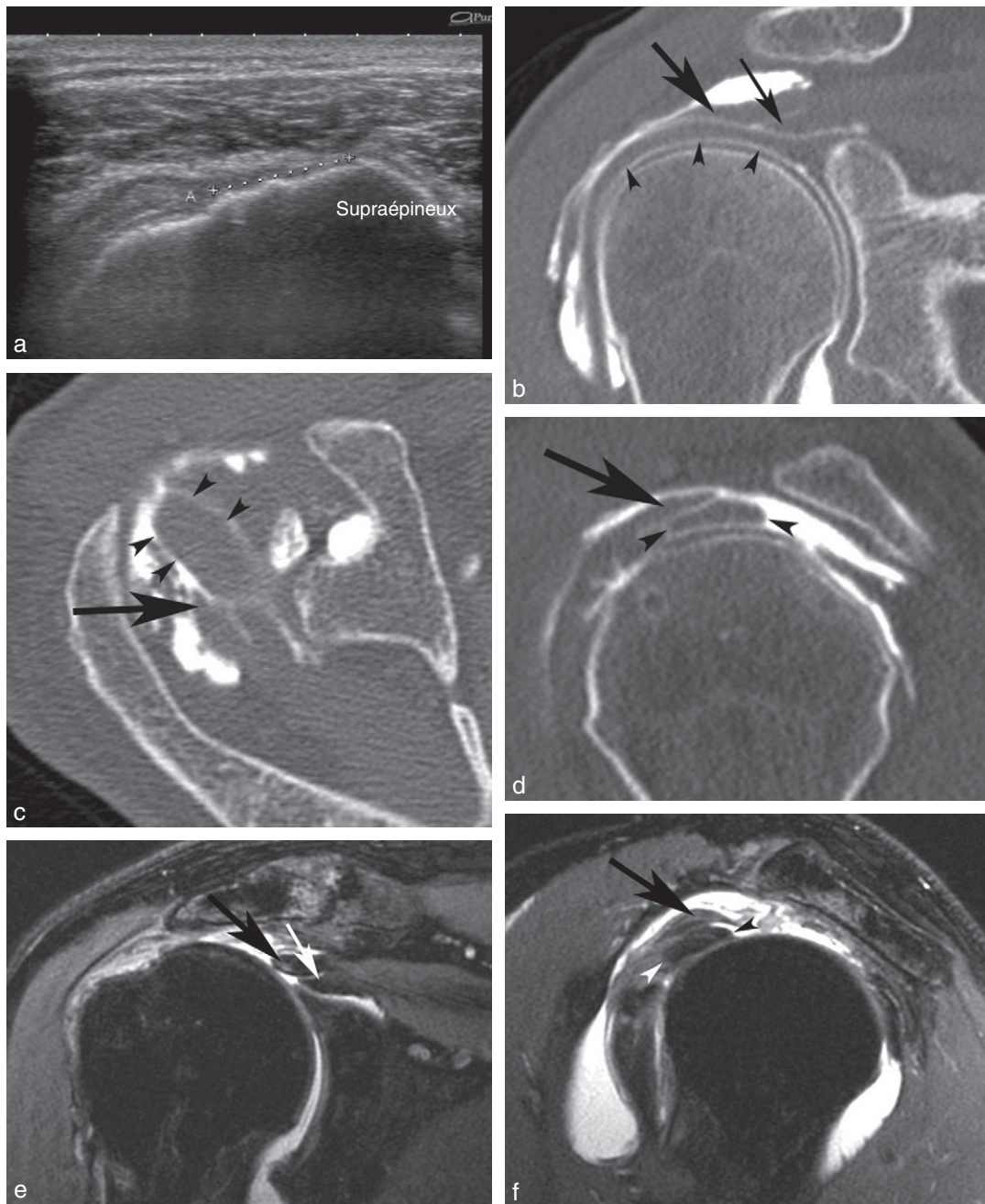


Figure 16. Rupture transfixiante de stade 3 chez une femme de 63 ans. a. Échographie montrant une rupture étendue dans le plan frontal. b, c, d. Arthroscanner dans les trois plans de l'espace, en rotation externe, montrant une rupture large mais très asymétrique, plus étendue en arrière qu'en avant et avec une rétraction plus importante des fibres profondes (petite flèche) que des fibres superficielles (grande flèche). Noter également la tendinopathie du tendon du long biceps (têtes de flèche) très élargi dans le plan sagittal et les altérations de la face profonde du subscapulaire. e, f. Arthro-IRM réalisée dans le même temps que l'arthroscanner montrant les mêmes anomalies.

- stade 1 : moignon proximal au-dessus de la grosse tubérosité (petite rupture non rétractée);
- stade 2 : moignon tendineux à l'aplomb de la tête humérale (rupture moyenne);
- stade 3 : moignon tendineux à l'aplomb de l'interligne gléno-huméral (large rupture rétractée).

L'état du moignon a son importance : des berges tendineuses amincies, irrégulières, de mauvaises qualités doivent être intégrées dans l'évaluation de la rupture [7].

Les tendons atteints et l'extension sagittale doivent également être précisés. Le plus souvent, la rupture atteint le supra-épineux et s'étend en arrière à

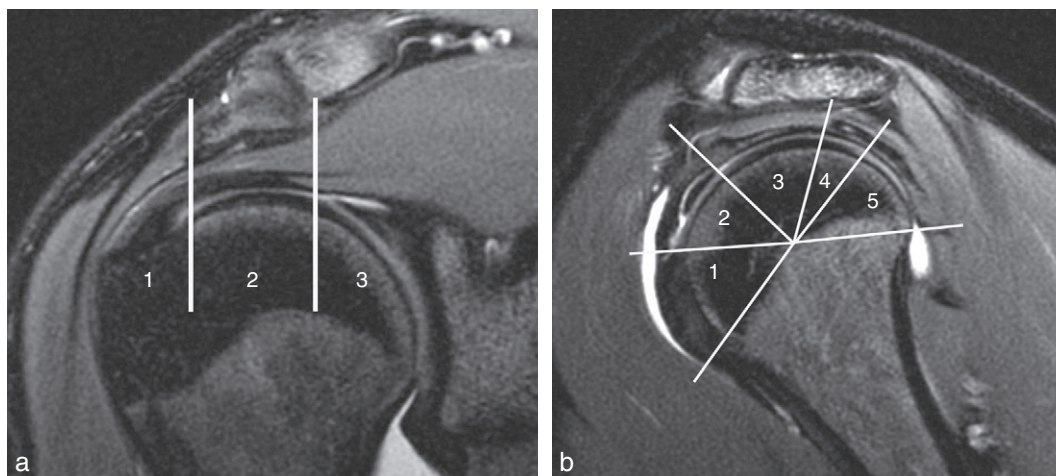


Figure 17. Classification des ruptures de coiffe selon Patte [48]. a. Classification en trois stades dans le plan frontal. b. Classification en six segments. Le segment 6 correspond aux ruptures de 3 des 4 tendons de la coiffe des rotateurs (voir la classification détaillée dans le texte).

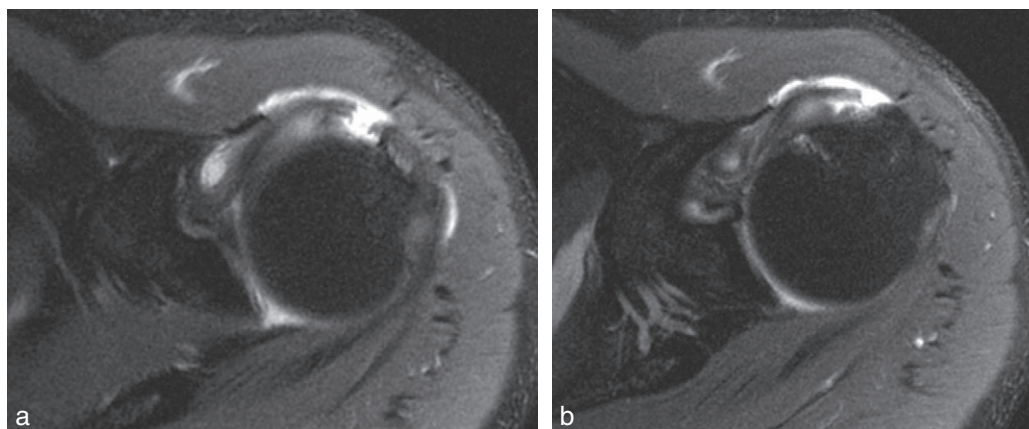


Figure 18. Rupture transfixiante de stade 1 du supra-épineux s'étendant en avant au ligament coracohuméral chez un homme de 58 ans. a, b. Coupes axiales pondérées T2.

l'infra-épineux. Elle peut s'étendre vers l'avant, atteignant l'intervalle des rotateurs puis le subscapulaire (figure 18). La classification topographique proposée par Patte est fondée sur une décomposition de la coiffe des rotateurs en six segments dans le plan sagittal (figure 17) [48]. Le segment 1 correspond aux ruptures du tendon du subscapulaire, le segment 2 aux ruptures du ligament coraco-huméral, le segment 3 correspond aux ruptures du supra-épineux, les segments 4 et 5 aux ruptures du tendon du supra-épineux et du tendon de l'infra-épineux dans sa moitié supérieure (segment 4) ou dans sa totalité (segment 5), le segment 6 correspond aux ruptures de 3 des 4 tendons de la coiffe des rotateurs. Cette segmentation permet de définir les lésions antéro-supérieures (segments 1 à 3), supérieures

(segments 2 et 3), postéro-supérieures (segments 4 et 5) et les lésions complètes (segment 6).

Les dimensions frontale et sagittale de la brèche et son extension définissent sa forme et la nature du geste opératoire [7, 49] :

- rupture en croissant : petite rupture courte mais relativement large, la dimension frontale de la brèche (L) est inférieure à 2 cm et est inférieure à sa dimension sagittale (W) ($L \leq W$, $L < 2$ cm) ;
- rupture longitudinale en U ou en L : rupture longue et étroite ($L > W$, $W < 2$ cm) ;
- rupture large : $L \geq 2$ cm, $W \geq 2$ cm ;
- rupture massive : $L \geq 3$ cm, $W \geq 3$ cm.

Les petites ruptures sont souvent asymétriques, avec une brèche profonde plus étendue que la brèche super-

ficielle qui peut se résumer à un trou d'aiguille. Les petites ruptures peuvent également présenter un aspect en Z. Enfin, il est important de se méfier des ruptures où les fibres superficielles présentent un petit défaut alors que les fibres profondes sont nettement plus altérées.

Le *clivage intratendineux* (ou dissection lamellaire) correspond à une séparation des fibres superficielles et profondes du tendon. Il naît soit de la brèche transfixiante soit d'une rupture de la face profonde de l'infra-épineux (figures 14 et 15). Il s'étend en général vers l'arrière. Un clivage étendu et chronique peut évoluer sous forme d'un kyste (figure 19).

Le *statut musculaire* comporte deux volets, le volume et la qualité dont la détérioration est un signe de mauvais pronostic (figure 20). Atrophie et infiltration graisseuse du muscle sont des témoins irréversibles de l'ancienneté de la rupture. Le statut musculaire s'apprécie sur les coupes axiales et sur la coupe sagittale en Y passant par le bord médial du processus coracoïde. Cette coupe montre la section des corps musculaires. Elle est obtenue avec une séquence pondérée T1 en IRM et avec des reconstructions multiplanaires (MPR) et un filtre standard en scanner.

Le volume musculaire est en général apprécié de façon subjective mais il est également possible de le classer. Ainsi, le volume du supra-épineux peut être apprécié selon la méthode de Thomazeau et al. Le taux d'occupation de la fosse du supra-épineux est déterminé par le rapport de la surface du muscle supra-épineux sur celui de sa fosse. Trois stades peuvent être définis [50] :

- stade 1 (normal ou légère atrophie) : rapport entre 1 et 0,60;
- stade 2 (atrophie modérée) : rapport entre 0,60 et 0,40;
- stade 3 (atrophie sévère) : rapport <0,40.

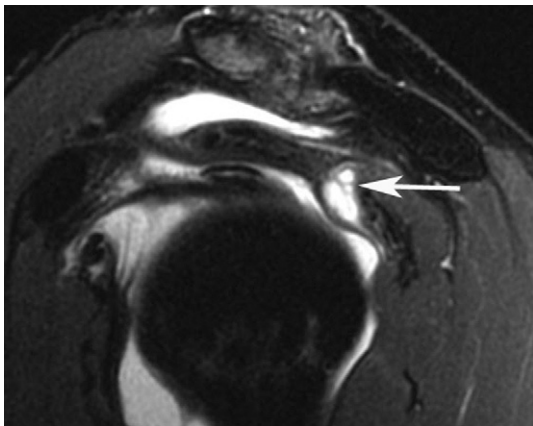


Figure 19. Kyste de l'infraépineux (flèche) chez un patient de 49 ans. Coupe sagittale en arthro-IRM.

Zanetti et al. proposent de tracer une ligne passant par les bords supérieurs du Y (bords supérieurs de l'épine de la scapula et du processus coracoïde) et d'apprécier la position du bord supérieur du supra-épineux par rapport à cette ligne. À l'état normal, la face superficielle de ce muscle croise la ligne. Le signe de la tangente qui traduit une amyotrophie sévère est dit positif lorsque ce croisement n'est pas observé [51].

La classification de Ludig, décrite initialement pour décrire le retentissement de la neuropathie du nerf suprascapulaire, permet d'évaluer indépendamment et de façon simple le supra-épineux et l'infra-épineux [52] :

- stade 0 (normal ou légère atrophie) : bord supérieur du supra-épineux convexe vers le haut; bord postérieur de l'infra-épineux convexe vers l'arrière;
- stade 1 (atrophie modérée) : bord supérieur du supra-épineux plat ou en S; bord postérieur de l'infra-épineux plat;
- stade 2 (atrophie sévère) : bord supérieur du supra-épineux concave vers le haut; bord postérieur de l'infra-épineux concave vers l'arrière.

Enfin, le *teres minor* (petit rond) peut parfois présenter une hypertrophie compensatrice.

La qualité du muscle se dégrade également avec l'intensité de son involution adipeuse (ou dégénérescence graisseuse). L'involution adipeuse est généralement classée en cinq grades selon Bernageau et Goutallier et est recherchée sur des coupes axiales de scanner en fenêtre parties molles sous la forme de zones d'hypodensité au sein des corps musculaires [53] :

- stade 0 : pas de dégénérescence graisseuse;
- stade 1 : quelques traces de graisse au sein du muscle;
- stade 2 : présence de moins de graisse que de muscle dans le muscle;
- stade 3 : présence d'autant de graisse que de muscle;
- stade 4 : présence de plus de graisse que de muscle.

Les stades 0 et 1 correspondent à un muscle normal et les stades 3 et 4 à une amyotrophie sévère. La reproductibilité de la classification de Bernageau et Goutallier et sa possible transcription au plan sagittal ou à l'IRM fait l'objet de quelques controverses [54–58]. En IRM, la graisse apparaît sous forme de zones hyperintenses en pondération T1. Selon Goutallier, la seule coupe en Y donne une surestimation de l'involution adipeuse par rapport aux coupes axiales [57]. Selon Williams, le plan axial est plus reproductible que le plan sagittal. De plus, le plan axial montre mieux l'aspect en arrête de poisson du supra-épineux, caractéristique d'un grade 3 [56]. Selon Oh, la reproductibilité interobservateur est meilleure sur l'arthro-IRM que sur l'arthroscanner lorsque l'analyse est réalisée sur la coupe sagittale en Y [58].

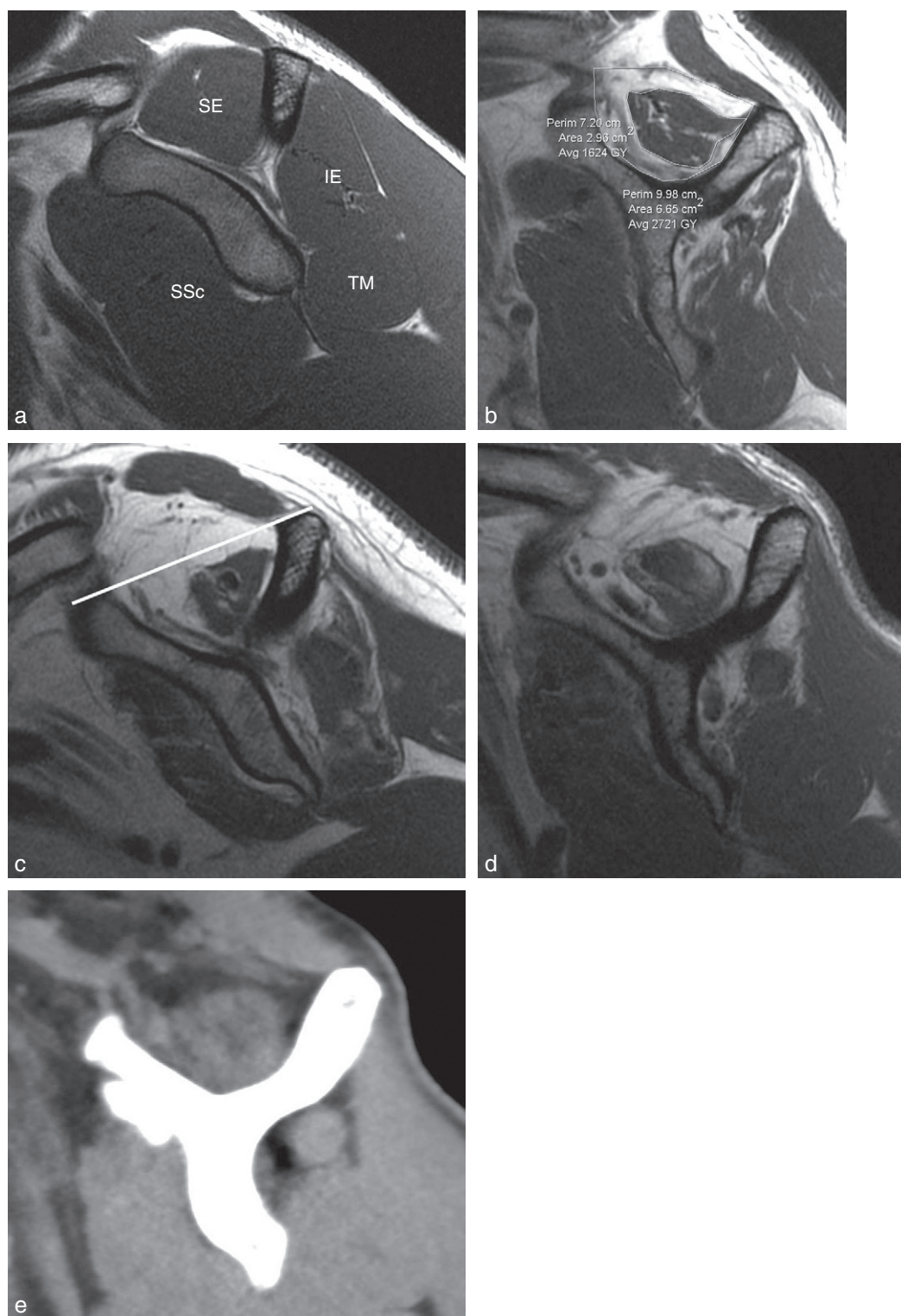


Figure 20. Coupes sagittales en Y en pondération T1 et en arthroscanner. a. Aspect normal montrant le supraépineux (SE), l'infraépineux (IE), le petit rond ou teres minor (TM) et le subscapulaire (SSc). b. Amyotrophie du supraépineux avec un taux d'occupation de la fosse du supraépineux de 0,45. Noter également l'amyotrophie marquée de l'infraépineux (stade 2 de Ludig) et une dégénérescence graisseuse de stade 2 du supra- et de l'infraépineux. c. Signe de la tangente positif. d, e. Comparaison de l'IRM et de l'arthroscanner : chez ce patient, la dégénérescence graisseuse du supraépineux paraît plus marquée en IRM. Noter également l'amyotrophie marquée de l'infraépineux et l'hypertrophie compensatrice du petit rond.

Le tendon du long biceps présente des anomalies fréquentes. Celles-ci vont de la simple tendinopathie (qui se traduit par un amincissement ou un épaississement du tendon) à la rupture en passant par la fissuration. Point important, ces lésions doivent être recherchées dans la portion horizontale intra-articulaire du tendon, principalement sur les coupes sagittales (figures 14, 16 et 21). L'analyse du biceps dans sa portion verticale (dans la gouttière bicipitale) avec des coupes axiales sert principalement à détecter sa subluxation ou sa luxation, en règle associées à une rupture du subscapulaire (cf. infra). Rappelons qu'une rupture du biceps évolue vers la ténodèse avec une gouttière bicipitale qui peut paraître quasi normale alors que sa portion horizontale va disparaître, ce qui permet un diagnostic aisé de la rupture.

L'arthrose gléno-humérale liée à la rupture de coiffe est associée à une ascension de la tête humérale. L'arthroscanner détecte bien les ulcérations cartilagineuses et montre bien la qualité de l'os sous-jacent. L'IRM et l'arthro-IRM sont de plus en plus performantes pour apprécier ces lésions. Ces examens montrent également l'épanchement articulaire et la synovite. La bourse sous-acromiale peut être distendue en cas d'épanchement chronique, être le siège d'une synovite marquée et parfois même d'un lipome arborescent. L'injection intraveineuse de gadolinium est la meilleure technique pour démontrer la synovite mais cette acquisition est rarement réalisée.

Enfin, l'articulation acromio-claviculaire (AAC) communique fréquemment avec la bourse sous-acromiale dans les ruptures larges ou anciennes. Il est habituel de préciser la forme de l'acromion selon Bigliani [59], de décrire les volumineux ostéophytes inférieurs de l'AAC et de signaler et typer l'éventuel os acromial dont la valeur pathologique est probablement nulle.

Rupture du subscapulaire

La rupture isolée du subscapulaire est nettement moins fréquente que celle du supra-épineux. Il s'agit le plus souvent d'une désinsertion à son insertion sur la petite tubérosité. Elle est fréquemment liée à un traumatisme modéré chez des adultes d'âge moyen, travailleurs manuels ou sportifs. Elle doit clairement être différenciée de la large rupture de coiffe qui atteint le supra-épineux et s'étend en avant au subscapulaire [60–62].

En échographie, le diagnostic est parfois difficile. La désinsertion du subscapulaire est visible directement si elle est complète [63]. Le tendon disparu est parfois remplacé par une fine ligne hypoéchogène. En revanche, la luxation médiale du tendon de la longue portion du biceps brachial, signe très spécifique de rupture du subscapulaire, est un signe facile à identifier. La disparition du triangle hypoéchogène situé entre le tendon et la berge médiale de la coulisse bicipitale dans sa portion supérieure est un excellent signe indirect de subluxation.

L'arthroscanner, l'IRM et l'arthro-IRM présentent une précision élevée dans le diagnostic de rupture du subscapulaire [64, 65]. Selon l'étude déjà ancienne de Pfirrmann, l'arthro-IRM présente une sensibilité et une spécificité de l'ordre de 90 % [65]. Les coupes axiales et sagittales sont les plus importantes pour analyser ce tendon et la portion verticale du tendon du long biceps. Rappelons que l'analyse du tendon du biceps à son entrée dans la gouttière peut être difficile en IRM en raison du trajet oblique du tendon et de l'épaisseur élevée des coupes (3 mm) qui expose à l'effet de volume partiel.

Les signes de rupture du subscapulaire sont (figures 22 à 25) :

- un signal liquidien en IRM ou un passage de produit de contraste en arthroscanner ou en arthro-IRM

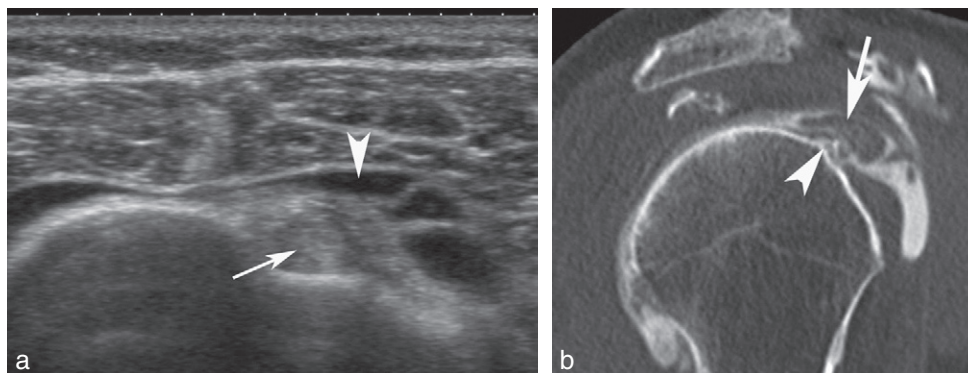


Figure 21. Tendinopathie sévère et fissuration du tendon du long biceps. a. Échographie montrant un épaississement du tendon du long biceps (flèche) et un épanchement de la bourse sous-acromiale (tête de flèche). b. Coupe sagittale en arthroscanner montrant l'élargissement irrégulier du tendon du long biceps qui vient s'accrocher sur un bec osseux.

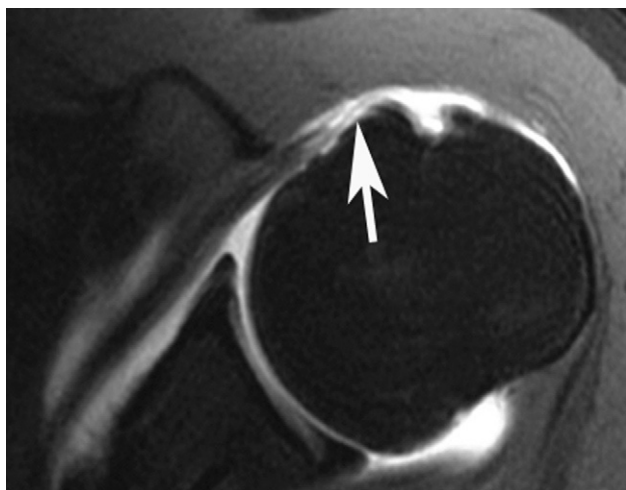


Figure 22. Désinsertion du subscapulaire (flèche). Noter également la déshabitation de la gouttière bicipitale.

en avant de la petite tubérosité; il s'agit du signe cardinal de la désinsertion du tendon; il doit être différencié d'un accident lors de la ponction articulaire; cette désinsertion est plus ou moins étendue et peut s'accompagner d'un clivage intratendineux; en cas de doute en IRM, l'injection intraveineuse de gadolinium facilite la détection des anomalies;

- une rétraction tendineuse facilement mesurable et qui apparaît lorsque la désinsertion est complète;
- une lame tendineuse superficielle couvrant la face superficielle du subscapulaire et se continuant avec le ligament transverse, signe très fréquent en cas de rétraction tendineuse;
- une malposition du biceps, très spécifique de la rupture du subscapulaire et présente dans près de 50 % des cas; il est subluxé dans environ 20 % des cas et luxé dans environ 30 % des cas; la subluxation se traduit par un « signe de la banane », le biceps étant à

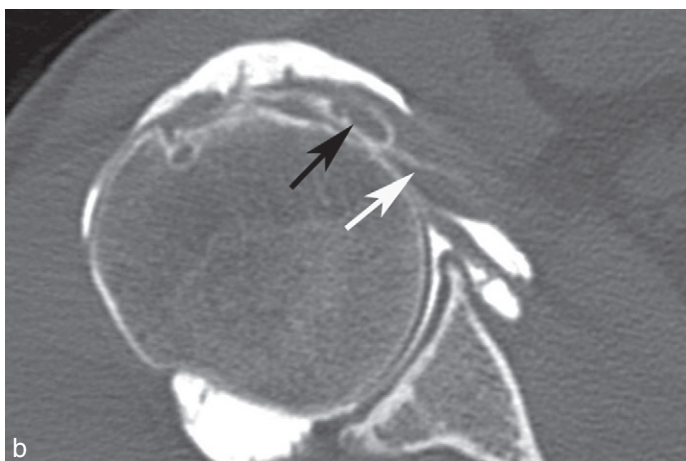
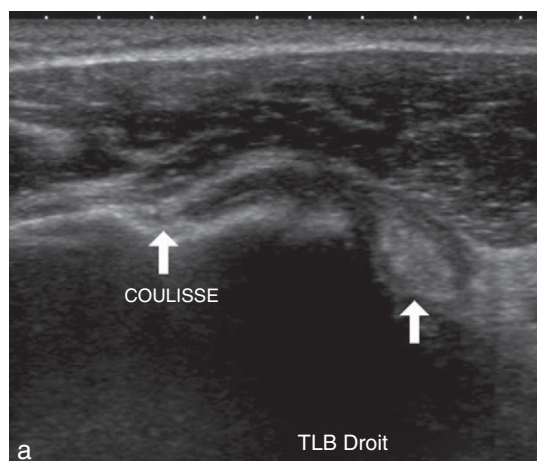


Figure 23. Désinsertion du subscapulaire et luxation du tendon du long biceps (TLB). a. Coupe axiale en échographie montrant la luxation du TLB. b. Arthroscanner montrant la luxation du TLB (flèche noire) associée une désinsertion du subscapulaire avec une rétraction relativement importante de ses fibres profondes (flèche blanche).

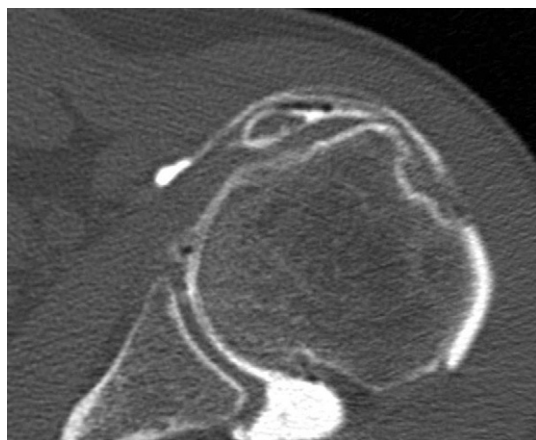


Figure 24. Luxation du tendon du long biceps entre les fibres profondes et superficielles du subscapulaire.



Figure 25. Luxation du tendon du long biceps (flèche blanche) en avant du trochin et rétraction du subscapulaire rompu (flèche noire).

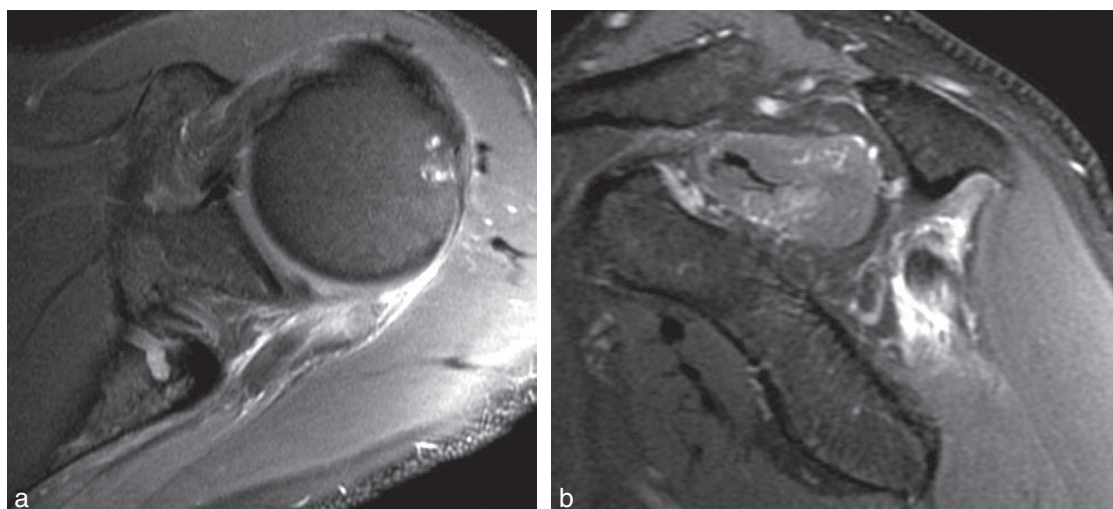


Figure 26. Rupture myotendineuse de l'infraépineux chez un homme de 52 ans. a, b. Coupes axiale et sagittale.

cheval sur la berge médiale de la coulisse bicipitale; le biceps luxé peut se localiser en avant de la petite tubérosité ou en avant de l'interligne gléno-huméral; il est alors fréquemment épaissi et inflammatoire; la rupture du biceps est très rare, contrairement aux cas de large rupture de coiffe;

- l'amyotrophie et l'involution adipeuse du corps musculaire qui surviennent dans des délais très variables.

Rupture de la jonction myotendineuse de l'infraépineux

La rupture de la jonction myotendineuse de l'infraépineux est une entité décrite récemment en IRM [66, 67]. Elle se caractérise par une rupture très proximale du tendon, communiquant inconstamment avec l'articulation, jamais transfixiante, s'accompagnant d'un œdème musculaire et évoluant rapidement vers l'involution adipeuse. Elle peut être détectée par l'échographie. L'arthroscanner ne révèle que les formes

communicantes. Ce diagnostic est donc le triomphe de l'IRM ou de l'arthro-IRM (figure 26). Cette rupture est facilement différenciée de la neuropathie du nerf suprascapulaire au défilé spino-glénoïdal puisque, dans ce cas, il n'y a pas d'interruption des fibres musculaires [68].

Conclusion

L'imagerie joue un rôle incontournable dans le diagnostic et le bilan préopératoire des ruptures de coiffe. Si les performances de l'échographie se sont indiscutablement améliorées, l'arthroscanner ou l'IRM restent indiqués pour démembrer les ruptures et réaliser un bilan lésionnel précis. L'arthro-IRM améliore indiscutablement les performances de l'IRM mais sa valeur ajoutée est d'autant plus importante que les lésions sont de petite taille. Elle sera donc plus volontiers indiquée chez les patients jeunes et sportifs.

RÉFÉRENCES

- [1] Magee T. 3-T MRI of the shoulder : is MR arthrography necessary? *AJR Am J Roentgenol* 2009; 192 : 86–92.
- [2] Magee T, Williams D, Mani N. Shoulder MR arthrography : which patient group benefits most? *AJR Am J Roentgenol* 2004; 183 : 969–74.
- [3] Traugher PD, Merandi S, Traugher KA. MR arthrography is not proven to be preferred baseline MRI examination. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186 : 265–6.
- [4] Zanetti M, Jost B, Lustenberger A, Hodler J. Clinical impact of MR arthrography of the shoulder. *Acta Radiol* 1999; 40 : 296–302.
- [5] Morag Y, Jacobson JA, Miller B, De Maeseneer M, Girish G, Jamadar D. MR imaging of rotator cuff injury : what the clinician needs to know. *Radiographics* 2006; 26 : 1045–65.
- [6] Bradley MP, Tung G, Green A. Overutilization of shoulder magnetic resonance imaging as a diagnostic screening tool in patients with chronic shoulder pain. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14 : 233–7.
- [7] Davidson J, Burkhart SS. The geometric classification of rotator cuff tears : a system linking tear pattern to treatment and prognosis. *Arthroscopy* 2010; 26 : 417–24.

- [8] Guide pratique à l'usage des médecins radiologues pour l'évaluation de leurs pratiques professionnelles. Société Française de Radiologie 2010; .
- [9] Blum A, Walter F, Payafar A, Witte Y, Ludig T, Roland J. Radiography of the upper limb revisited : the shoulder and the wrist. *J Radiol* 2001; 82 : 355–69 quiz 71–2.
- [10] Denis A, Vial J, Sans N, Loustau O, Chiavassa-Gandois H, Railhac JJ. Shoulder radiography : useful radiographic views in current practice. *J Radiol* 2008; 89 : 620–33 quiz 31–2.
- [11] Railhac JJ, Sans N, Rigal A, et al. Strict anteroposterior radiography of the shoulder : value of the assessment of rotator cuff tears. *J Radiol* 2001; 82 : 979–85.
- [12] Guerini H, Feydy A, Campagna R, et al. Harmonic sonography of rotator cuff tendons : are cleavage tears visible at last ? *J Radiol* 2008; 89 : 333–8.
- [13] Jacobson JA, Shoulder US. Anatomy, Technique, and Scanning Pitfalls. *Radiology* 2011; 260 : 6–16.
- [14] Brasseur J, Montagnon D, Hacquard B, Tardieu M. Osteo-articular ultrasonography of the shoulder. *J Radiol* 2000; 81(3 Suppl.) : 330–45.
- [15] Blum A, Walter F, Ludig T, Zhu X, Roland J. Multislice CT : principles and new CT-scan applications. *J Radiol* 2000; 81 : 1597–614.
- [16] Godefroy D, Sarazin L, Rousselin B, Dupont AM, Drape J, Chevrot A. Shoulder imaging : what is the best modality ? *J Radiol* 2001; 82 : 317–32 quiz 33–4.
- [17] Lecouvet FE, Simoni P, Koutaissoff S, Vande Berg BC, Malghem J, Dubuc JE. Multidetector spiral CT arthrography of the shoulder. Clinical applications and limits, with MR arthrography and arthroscopic correlations. *Eur J Radiol* 2008; 68 : 120–36.
- [18] Cochet H, Couderc S, Pele E, Amoretti N, Moreau-Durieux MH, Hauger O. Rotator cuff tears : should abduction and external rotation (ABER) positioning be performed before image acquisition ? A CT arthrography study. *Eur Radiol* 2010; 20 : 1234–41.
- [19] Blum AG, Simon JM, Cotten A, et al. Comparison of double-contrast CT arthrography image quality with nonionic contrast agents : isotonic dimeric iodixanol 270 mg I/mL and monomeric iohexol 300 mg I/mL. *Invest Radiol* 2000; 35 : 304–10.
- [20] Fermand M, Hassen CS, Ariche L, et al. Ultrasound investigation of the rotator cuff after computed arthrotomography coupled to bursography. *Joint Bone Spine* 2000; 67 : 310–4.
- [21] de Jesus JO, Parker L, Frangos AJ, Nazarian LN. Accuracy of MRI, MR arthrography, and ultrasound in the diagnosis of rotator cuff tears : a meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 192 : 1701–7.
- [22] Flannigan B, Kursunoglu-Brahme S, Snyder S, Karzel R, Del Pizzo W, Resnick D. MR arthrography of the shoulder : comparison with conventional MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 155 : 829–32.
- [23] Hodler J, Kursunoglu-Brahme S, Snyder SJ, et al. Rotator cuff disease : assessment with MR arthrography versus standard MR imaging in 36 patients with arthroscopic confirmation. *Radiology* 1992; 182 : 431–6.
- [24] Blum A, Loeuille D, Iochum S, Kohlmann R, Grignon B, Coudane H. MR-arthrography : general principles and applications. *J Radiol* 2003; 84 : 639–57.
- [25] Andreisek G, Duc SR, Froehlich JM, Hodler J, Weishaupt D. MR arthrography of the shoulder, hip, and wrist : evaluation of contrast dynamics and image quality with increasing injection-to-imaging time. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188 : 1081–8.
- [26] Detreille R, Sauer B, Zabel JP, Batch T, Zhu X, Blum A. Technical considerations for injection of a mixture of iodinated contrast material and Artirem for combined CT and MR arthrography. *J Radiol* 2007; 88 : 863–9.
- [27] Yagci B, Manisali M, Yilmaz E, et al. Indirect MR arthrography of the shoulder in detection of rotator cuff ruptures. *Eur Radiol* 2001; 11 : 258–62.
- [28] Lee SY, Lee JK. Horizontal component of partial-thickness tears of rotator cuff : imaging characteristics and comparison of ABER view with oblique coronal view at MR arthrography initial results. *Radiology* 2002; 224 : 470–6.
- [29] Detreille R, Soudant M, Batch T, Monzel MR, Guillemin F, Blum A. Agreement between MR-Arthrography and CT-Arthrography Alone with Combined Techniques in the Diagnosis of Shoulder Disorders in Young Adults. In : RSNA, editor. Chicago : Radiology; 2009.
- [30] Walch G, Liotard JP, Boileau P, Noel E. Postero-superior glenoid impingement. Another shoulder impingement. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1991; 77 : 571–4.
- [31] Finnan RP, Crosby LA. Partial-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 609–16.
- [32] Nove-Josserand L. Shoulder arthroscopy. Partial thickness tears of the rotator cuff. *Chir Main* 2006; 25(Suppl. 1) : S50–9.
- [33] Schaeffeler C, Mueller D, Kirchhoff C, Wolf P, Rummeny EJ, Woertler K. Tears at the rotator cuff footprint : Prevalence and imaging characteristics in 305 MR arthrograms of the shoulder. *Eur Radiol* 2011; 21 : 1477–84.
- [34] Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 64–74.
- [35] Snyder SJ, Pachelli AF, Del Pizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears : results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy* 1991; 7 : 1–7.
- [36] Teefey SA, Hasan SA, Middleton WD, Patel M, Wright RW, Yamaguchi K. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82 : 498–504.
- [37] van Holsbeeck MT, Kolowich PA, Eyler WR, et al. US depiction of partial-thickness tear of the rotator cuff. *Radiology* 1995; 197 : 443–6.
- [38] Jacobson JA, Lancaster S, Prasad A, van Holsbeeck MT, Craig JG, Kolowich P. Full-thickness and partial-thickness supraspinatus tendon tears : value of US signs in diagnosis. *Radiology* 2004; 230 : 234–42.
- [39] Goutallier D, Le Guilloux P, Postel JM, Radier C, Bernageau J, Zilber S. Acromio humeral distance less than six millimeter : its meaning in full-thickness rotator cuff tear. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011; 97 : 246–51.
- [40] Saupe N, Pfirrmann CW, Schmid MR, Jost B, Werner CM, Zanetti M. Association between rotator cuff abnormalities and reduced acromiohumeral distance. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 187 : 376–82.
- [41] Hamada K, Fukuda H, Mikasa M, Kobayashi Y. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 92–6.
- [42] Moosikasuwan JB, Miller TT, Burke BJ. Rotator cuff tears : clinical, radiographic, and US findings. *Radiographics* 2005; 25 : 1591–607.
- [43] Brasseur JL, Montagnon D, Hacquard B, Tardieu M. Osteo-articular ultrasonography of the shoulder. *J Radiol* 2000; 81(3 Suppl.) : 343–5.
- [44] Hollister MS, Mack LA, Patten RM, Winter 3rd TC, Matsen 3rd FA, Veith RR. Association of sonographically detected subacro-

- mial/subdeltoid bursal effusion and intraarticular fluid with rotator cuff tear. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 165 : 605–8.
- [45] Arslan G, Apaydin A, Kabaalioglu A, Sindel T, Luleci E. Sonographically detected subacromial/subdeltoid bursal effusion and biceps tendon sheath fluid : reliable signs of rotator cuff tear? *J Clin Ultrasound* 1999; 27 : 335–9.
- [46] Prise en charge chirurgicale des tendinopathies rompues de la coiffe des rotateurs de l'épaule chez l'adulte. In : HAS, editor. 2008.
- [47] DeOrio JK, Cofield RH. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66 : 563–7.
- [48] Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 81–6.
- [49] Ellman H, GM G. Open repair of fullthickness rotator cuff tears. In : Ellman H, GM G, editors. *Arthroscopic shoulder surgery and related procedures*. Philadelphia : Lea and Febiger; 1993. p. 181–202.
- [50] Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval JM, Langlais F. Atrophy of the supraspinatus belly. Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. *Acta Orthop Scand* 1996; 67 : 264–8.
- [51] Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1998; 33 : 163–70.
- [52] Ludig T, Walter F, Chapuis D, Mole D, Roland J, Blum A. MR imaging evaluation of suprascapular nerve entrapment. *Eur Radiol* 2001; 11 : 2161–9.
- [53] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 78–83.
- [54] Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff : assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8 : 599–605.
- [55] Melis B, Nemoz C, Walch G. Muscle fatty infiltration in rotator cuff tears : descriptive analysis of 1688 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; 95 : 319–24.
- [56] Williams MD, Ladermann A, Melis B, Barthelemy R, Walch G. Fatty infiltration of the supraspinatus : a reliability study. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 : 581–7.
- [57] Goutallier D, Godefroy D, Postel JM, Radier C, Bernageau J. Comments on : muscle fatty infiltration in rotator cuff tears : descriptive analysis of 1,688 cases by B. Melis, C. Nemoz and G. Walch, published in 10.1016/j.otsr. 2009.05.001. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010; 96 : 918–9.
- [58] Oh JH, Kim SH, Choi JA, Kim Y, Oh CH. Reliability of the grading system for fatty degeneration of rotator cuff muscles. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 : 1558–64.
- [59] Bigliani LU, Ticker JB, Flatow EL, Soslowsky LJ, Mow VC. Relationship of acromial architecture and diseases of the rotator cuff. *Orthopade* 1991; 20 : 302–9.
- [60] Gerber C, Krushell RJ. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73 : 389–94.
- [61] Nove-Josserand L, Levigne C, Noel E, Walch G. Isolated lesions of the subscapularis muscle. Apropos of 21 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1994; 80 : 595–601.
- [62] Lyons RP, Green A. Subscapularis tendon tears. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13 : 353–63.
- [63] Farin P, Jaroma H. Sonographic detection of tears of the anterior portion of the rotator cuff (subscapularis tendon tears). *J Ultrasound Med* 1996; 15 : 221–5.
- [64] Patten RM. Tears of the anterior portion of the rotator cuff (the subscapularis tendon) : MR imaging findings. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 162 : 351–4.
- [65] Pfirrmann CW, Zanetti M, Weishaupt D, Gerber C, Hodler J. Subscapularis tendon tears : detection and grading at MR arthrography. *Radiology* 1999; 213 : 709–14.
- [66] Walch G, Nove-Josserand L, Liotard JP, Noel E. Musculotendinous infraspinatus ruptures : an overview. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; 95 : 463–70.
- [67] Tavernier T, Walch G, Barthelemy R, Nove-Josserand L, Liotard JP. Isolated lesion of the infraspinatus at the myotendinous junction : a new lesion. *J Radiol* 2006; 87 : 1875–82.
- [68] Blum A, Lecocq S, Louis M, Wassel J, Moisei A, Teixeira P. The nerves around the shoulder. *Eur J Radiol* 2011; (in press).

Traitement conservateur et fonctionnel des ruptures de la coiffe des rotateurs

E. NOEL¹

RÉSUMÉ

Le traitement conservateur et fonctionnel est, sauf cas particulier (sujet jeune, rupture traumatique étendue sur coiffe préalalement saine), le traitement de première intention des ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs. Il n'a, bien sûr, aucune action sur la cicatrisation tendineuse, et en conséquence la lésion tendineuse va suivre l'évolution naturelle. L'objectif principal du traitement médical est le contrôle des douleurs par toutes les armes thérapeutiques à disposition (médicaments, physiothérapie, infiltrations sans ou avec contrôle scopique et échographique, etc.). Dans un deuxième temps, la rééducation aura pour objectif de récupérer toutes les amplitudes passives puis de restaurer une fonction satisfaisante en développant des compensations. Le maintien du résultat obtenu par le traitement médical dépend des capacités d'adaptation du patient aux lésions tendineuses existant au niveau de sa coiffe, en sachant que l'évolution naturelle semble se faire vers la dégradation de ces lésions, mais qu'il peut exister une discordance entre les lésions existantes et l'importance des symptômes présentés par le patient. La meilleure connaissance de l'évolution naturelle des ruptures de coiffe et la mise en évidence de facteurs prédictifs de mauvaise évolution devraient permettre de mieux cerner les patients qui risquent de ne pas répondre au traitement médical. C'est chez ces patients qu'il faudra discuter un geste de réparation tendineuse, en veillant à ne pas trop attendre pour ne pas laisser passer le moment opportun d'une réparation dans de bonnes conditions.

Mots clés : Épaule. – Coiffe des rotateurs. – Traitement médical.

ABSTRACT – FUNCTIONAL CONSERVATIVE MEDICAL TREATMENT OF ROTATOR CUFF TEARS

Except in particular cases like young patients, large traumatic rotator cuff tear of an intact shoulder, the functional conservative medical treatment is the first option. It has no impact on the tendinous healing and consequently the tendinous lesion will keep on degenerating. The main goal of the medical treatment is the control of pain thanks to all the range of therapeutic solutions (drugs, physiotherapy, steroid injections...). Secondly, the physiotherapeutic treatment will aim the recovery of the shoulder mobility and will lead to a complete function of the shoulder by developing the balancing of forces. The durable good result of the medical treatment depends on the adaptation faculties of the patient to the tendinous lesions of his rotator cuff. It seems that the tendinous lesions are going to worsen naturally, but we have to know that there may exist a gap between the lesions and the symptoms presented by the patient. A better knowledge of the natural evolution of the rotator cuff tears and of the predictive clues of a bad evolution should allow us to assess the patients on which the medical treatment will have no impact. For this kind of patients, a tendinous reparation surgery could be discussed, but we must be very careful to take this decision in due time, so that the surgery can be undertaken in the best possible conditions.

Keywords: Shoulder. – Rotator cuff. – Medical treatment.

Le diagnostic des ruptures de la coiffe a beaucoup évolué depuis les premières descriptions de Duplay puis de De Seze. Cette évolution s'est faite grâce aux démembrements successifs des pathologies de l'épaule, mais également et surtout grâce aux progrès de l'imagerie.

Les données épidémiologiques et l'évolution naturelle des ruptures de coiffe sont actuellement un peu mieux connues.

Le traitement conservateur et fonctionnel des ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs a une place à part entière dans le traitement des ruptures dégénératives de la coiffe des rotateurs. Son échec doit faire discuter la chirurgie soit réparatrice, soit palliative, selon le contexte et les lésions anatomiques existantes.

L'évolution à long terme d'une rupture de coiffe non réparée ou négligée se fait vers une arthrose secondaire

¹Centre orthopédique Santy, 24, avenue Paul-Santy, 69008 Lyon, France.

qui, depuis l'avènement de la prothèse inversée, n'est plus au-dessus de toute ressource thérapeutique. Malgré tout, il faut défendre l'idée de la nécessité de diagnostiquer précocement une rupture de coiffe afin de pouvoir proposer au moment opportun toutes les options thérapeutiques, qu'elles soient médicales ou chirurgicales, et de choisir la meilleure en fonction du contexte et du patient. Dans ce chapitre, nous n'aborderons pas de manière spécifique le traitement des ruptures partielles de la coiffe, qu'elles soient superficielles, profondes ou intratendineuses. La prise en charge thérapeutique de ces ruptures doit être médicale en première intention (mêmes modalités que pour les ruptures transfixiantes), puis chirurgicale en cas d'échec de ce traitement médical.

Nous n'aborderons pas non plus le traitement des ruptures de coiffe survenues suite à un traumatisme majeur sur une coiffe préalablement saine, qui doivent faire évoquer et discuter d'emblée, quel que soit l'âge, une prise en charge chirurgicale.

Évolution naturelle d'une rupture de la coiffe des rotateurs

Elle est indispensable à connaître pour pouvoir envisager la prise en charge d'une rupture de coiffe en toute connaissance de cause.

Il est logique de penser que la lésion initiale est la tendinopathie non rompue, qui va évoluer en dehors de tout contexte traumatique vers une rupture partielle (face profonde, face superficielle ou intratendineuse), puis vers une rupture transfixiante. Le temps qui passe est le facteur le plus important; les autres facteurs favorisant cette évolution sont souvent méconnus et difficiles à identifier.

Il n'y a à ce jour aucune étude fiable sur le plan méthodologique qui compare traitement chirurgical et traitement conservateur.

Les études cadavériques montrent la fréquence des ruptures (partielles ou transfixiantes) et surtout le fait que leur fréquence augmente avec l'âge [23,24]. Pour un âge moyen de 70 ans, il y a entre 19 et 61 % de ruptures quel qu'en soit le type. Elles sont partielles dans 8 à 34 % des cas, et plus fréquentes au niveau de la face profonde du tendon. Elles sont transfixiantes dans 11 à 28 % des cas.

La fréquence de ces ruptures transfixiantes augmente de façon non linéaire avec l'âge; elle est comprise entre 5 et 21 % dans la tranche 60–70 ans, et entre 38 et 50 % à 90 ans.

Les études en imagerie ont montré chez des patients asymptomatiques :

- 23 % de ruptures transfixiantes en échographie chez des sujets de plus de 50 ans [26];
- 15 % de ruptures transfixiantes et 20 % de ruptures partielles en imagerie par résonance magnétique (IRM) chez des sujets dont l'âge moyen est 53 ans [25].

Moonsmayer [20] a comparé les IRM de 50 ruptures de coiffe symptomatiques avec celles de 50 ruptures asymptomatiques. Il existe des aspects IRM qui accompagnent significativement les coiffes symptomatiques : une rupture de plus de 3 cm de dehors en dedans, une atrophie musculaire significative sur la coupe en Y à l'IRM (*tangent sign positif*) et une dégénérescence graisseuse musculaire supérieure à un stade 1.

Connaître les résultats à moyen et long terme du traitement médical, c'est connaître l'évolution naturelle des ruptures de coiffe. La pathologie dégénérative tendineuse est lentement évolutive, il faut donc avoir un recul suffisant pour pouvoir juger de son évolution. Cependant, les travaux publiés avec un recul supérieur à 4 ans sont extrêmement rares.

Wallace [29] a montré que le niveau d'activité est important à prendre en considération. Sur une population de 36 travailleurs manuels avec rupture de coiffe (75 % ayant eu une arthrographie), 81 % gardaient des douleurs et avaient une force au Cybex™ diminuée en moyenne de 60 % avec un recul moyen de 5 ans.

Caroit [8], en 1989, sur une série de 71 patients avec rupture de coiffe, retrouvait 40 % de bons résultats dans une étude multicentrique (évaluation selon l'indice algofonctionnel de Patte), avec un recul moyen de 6 ans. Dans cette série, seulement 21 % des patients avaient eu initialement un diagnostic arthrographique. Les meilleurs résultats existaient chez les sujets ayant eu une amélioration clinique à court terme et les moins bons chez ceux ayant eu le plus grand nombre d'infiltrations.

Itoï [14] a publié une série de 62 épaules ayant une rupture de coiffe prouvée par arthrographie, avec un recul moyen de 3,4 ans. Selon les critères de Wolfgang, 82 % ont un excellent ou bon résultat, 23 épaules ayant un recul supérieur à 5 ans. Il a montré que le résultat se dégradait à partir de la 6^e année suivant le diagnostic initial. Les bons résultats ($n = 15$) et les mauvais ($n = 8$) ont été comparés avec un recul moyen de 6 ans; ce sont les patients ayant à l'examen initial les meilleures amplitudes actives et une force en abduction au testing manuel conservée qui auront les meilleurs résultats.

Bokor [4] a publié en 1993 une série de 53 patients (40 hommes, 40 épaules dominantes, d'âge moyen 62,2 ans, 12 accidents du travail) traités médicalement, ayant une rupture vérifiée par arthroscopie et revus avec un recul moyen de 7,6 ans. Trente-quatre

ont été revus cliniquement et évalués selon le score de l'UCLA, et 19 ont été questionnés par téléphone.

Soixante-quatorze pour cent de l'ensemble des patients rapportaient un inconfort léger voire nul. Parmi les 34 patients examinés, 94 % avaient une perte de force et 56 % une atrophie musculaire visible cliniquement. La rapidité de la prise en charge influe sur la satisfaction des patients lors de la révision. Parmi les 28 patients vus dans les 3 premiers mois, 86 % étaient satisfaits, et parmi les 16 patients vus dans les 6 premiers mois, 56 % étaient satisfaits.

En 1993, nous avons étudié rétrospectivement une population de 90 épaules avec rupture arthrographique [22]. L'évaluation a été faite selon le score algofonctionnel (noté sur 100 points) de Constant, avec un recul moyen de 4,7 ans par rapport au début des douleurs. Les excellents et bons résultats représentaient 40 % de la population. Nous avons retrouvé 72,5 % d'espaces acromiohuméraux réduits par rapport à la radiographie initiale (recul moyen de 3,8 ans), ce qui témoigne indirectement de l'évolution des lésions tendineuses de la coiffe.

Même si le recul est inférieur à 4 ans, il est intéressant de mentionner le travail de Yamanaka [30] sur les ruptures partielles. Cet auteur a suivi prospectivement et arthrographiquement 40 ruptures partielles de la face profonde du sus-épineux. La deuxième arthrographie, réalisée en moyenne 412 jours après la première, a montré la disparition des lésions dans 4 cas, une diminution dans 4 cas, une augmentation dans 21 cas et une transformation en rupture transfixiante dans 11 cas. La révision des patients avec un recul moyen de 2,1 ans, en utilisant le score de la Japanese Orthopaedic Association, a montré que le score global sur 100 points est passé de 68 à 8 points. La population des ruptures partielles ayant disparu était celle qui avait la moyenne d'âge la moins élevée (respectivement 50, 57, 61, 67 ans pour les quatre groupes).

Il semble donc logique d'écrire que l'évolution d'une rupture de coiffe non réparée chirurgicalement dans de bonnes conditions se fait vers une aggravation anatomique. Une aggravation fonctionnelle peut également être constatée, sauf si l'adaptation des patients se fait parfaitement bien en raison d'une moindre demande et d'une parfaite compréhension de la notion d'économie articulaire des membres supérieurs.

Traitement médical conservateur

Moyens

Les armes du traitement médical sont nombreuses, elles doivent être utilisées à bon escient selon le tableau

clinique présenté par le patient. Nous n'évoquerons pas les ondes de choc extracorporelles, qui n'ont pas leur place dans le traitement des ruptures de coiffe puisqu'il s'agit d'un traitement dédié aux tendinopathies non rompues.

Pour *soulager*, plusieurs moyens peuvent être mis en œuvre :

- la mise au repos et l'économie articulaire en évitant les mouvements répétitifs et les postures prolongées en avant du plan du corps ou au-dessus du niveau des épaules (ceci est plus facile à respecter lorsque l'épaule concernée n'est pas l'épaule dominante);
- les médicaments (antalgiques, anti-inflammatoires non stéroïdiens [AINS], corticoïdes), en étant encore plus vigilant sur les contre-indications et la surveillance des risques iatrogènes chez les patients de 65 ans ou plus;
- la physiothérapie sous toutes ses formes (ionisations, ultrasons, ondes courtes pulsées, radiothérapie anti-inflammatoire);
- la mésothérapie;
- les infiltrations de corticoïdes, dont le site d'injection (intra-articulaire ou périarticulaire) dépend du diagnostic. Il faut respecter les règles d'asepsie, éviter les injections loco dolenti, ne pas en faire plus de trois par séquence thérapeutique sur un même site et les réaliser, si possible, sous contrôle scopique ou échographique, ce qui améliore la fiabilité du geste et donc son efficacité [11,21]. Les corticoïdes utilisés doivent être des produits retard en évitant, si possible, les produits fluorés.

Pour *assouplir*, il faut utiliser les techniques de massothérapie décontractante et effectuer un travail de mobilisation passive sans aucun travail actif a fortiori contre résistance, au risque de voir les douleurs s'accroître et se pérenniser. Le rodage dans l'eau, si possible dans une eau chaude à 34° ou plus (balnéothérapie), est d'un apport incontestable dans ce type de pathologie. Un protocole de rééducation simplifié et standardisé a été établi pour la rééducation en piscine et l'auto-rééducation [18]. Il est préférable d'effectuer des séances courtes (20 minutes) et si possible assez fréquentes. Il ne faut jamais faire de travail actif tant que l'épaule n'a pas retrouvé toute sa mobilité passive.

Pour *réadapter*, il faut, grâce au kinésithérapeute, remettre le patient dans des situations de la vie quotidienne afin de le conseiller, de corriger ses erreurs et de lui rappeler aussi souvent que possible les règles élémentaires d'économie articulaire.

Parallèlement, il est nécessaire de renforcer les secteurs musculaires déficients et de développer les compensations, tout en veillant à respecter scrupuleusement la règle de la non-douleur et donc à arrêter la rééducation si elle devient douloureuse.

Résultats

L'objectif du traitement médical est d'obtenir d'une part l'indolence, d'autre part la récupération de la totalité des amplitudes passives, et enfin la réadaptation fonctionnelle à la vie quotidienne et/ou aux activités professionnelles et sportives.

Les résultats globaux du traitement médical sont extrêmement variables selon les études et difficilement comparables entre eux. Lorsque le recul est supérieur à 4 ans, les bons résultats sont de l'ordre de 50 %, avec une dégradation dans le temps [14].

Même si beaucoup d'arguments plaident pour une évolution spontanée vers l'aggravation des lésions dans un délai variable, il manque une étude prospective bien documentée permettant de le prouver scientifiquement. Quoi qu'il en soit, cette dégradation n'est pas forcément toujours mal tolérée, en particulier chez les sujets âgés ou peu actifs, essentiellement parce que les douleurs sont modestes voire absentes. Cette relative bonne tolérance dépend de certains paramètres (faculté d'adaptation du patient à sa lésion, modalités de survenue, localisation et étendue de la rupture). Malgré tout, Bokor [4] insiste sur la discordance entre les résultats subjectifs et objectifs en présence de ruptures déjà évoluées (présence très fréquente d'une perte de force et d'une amyotrophie). Une bonne tolérance sur le versant douleur risque fortement de s'accompagner avec le temps d'une aggravation fonctionnelle. Cet élément est important à prendre en considération au moment des décisions thérapeutiques initiales, pour ne pas risquer d'« arriver après la bataille ».

Pour les injections de corticoïdes, les résultats publiés avec des reculs très variables sont disparates et les populations étudiées n'ont pas toujours une pathologie bien étiquetée.

Pour Brahia [5], les infiltrations sous-acromiales répétées ne sont pas un facteur favorisant les ruptures de la coiffe des rotateurs. Dans cette étude de 230 patients consécutifs venus consulter en chirurgie orthopédique, deux groupes ont été individualisés : moins de trois injections sous-acromiales de corticoïdes et trois ou plus injections sous-acromiales. Les deux groupes étaient identiques sur le plan de l'âge et du *sex ratio*. L'analyse des caractéristiques IRM des coiffes des deux groupes n'a pas montré de différence statistiquement significative ($p < 1,0$).

A contrario, dans une étude fondamentale, Tempfer [27] a étudié l'effet de l'adjonction de cristaux d'acétone de triamcinolone à un milieu de cultures comprenant des cellules humaines de tendon du supraspinatus. La présence de cristaux d'acétone de triamcinolone a entraîné une dégénérescence cellulaire, une augmenta-

tion des cellules graisseuses et une diminution dans la capacité de cicatrisation cellulaire. Donc constatation d'un effet délétère de cette adjonction de corticoïdes. Il convient cependant d'apporter deux précisions pour tempérer ces données :

- en France, l'acétone de triamcinolone est un produit très rarement utilisé pour les infiltrations périarticulaires;
- en pratique quotidienne, les corticoïdes sont injectés dans un espace de glissement (bourse sous-acromiale) ou dans une cavité articulaire (articulation glénohumérale) et non pas au contact direct des cellules tendineuses. Ceci conforte l'idée de faire autant que possible les injections sous contrôle scopique ou échographique, ce qui améliore la qualité des résultats et diminue certainement les effets délétères de ces injections de corticoïdes.

La précision du site d'injection est également défendue par Henkus [13], qui rapporte un travail sur 33 épaules présentant un conflit sous-acromial : chaque épaule a reçu une injection (anesthésique local + corticoïdes + gadolinium), 17 injections ont été faites par voie postérieure et 16 par voie antérieure. Chaque épaule a ensuite bénéficié d'une IRM pour localiser le produit injecté : 76 % des injections par voie postérieure étaient dans la bourse sous-acromiale et 69 % des voies antérieures. Chaque fois que le praticien était confiant dans le bon positionnement du liquide injecté, il n'était réellement dans la bourse que dans 66 % des cas. Lorsqu'à l'IRM, le produit n'était pas uniquement dans la bourse mais diffusait dans les tendons, le résultat était moins satisfaisant.

Dans une revue Cochrane, Buchbinder [7] fait ressortir le fait que sur 36 études répondant aux critères de sélection, les injections de corticoïdes montraient un effet supérieur au placebo, mais pas aux AINS dans un regroupement de trois études.

Ekeberg [10] a montré, avec un recul de 6 semaines, qu'il existe une faible différence d'efficacité entre une injection sous échographie dans la bourse sous-acromiale et une injection intramusculaire dans le fessier d'une suspension de corticoïdes.

Karthikeyan [15] a montré la supériorité des infiltrations de corticoïdes au niveau de l'épaule par rapport aux injections d'AINS au niveau de la fesse.

Concernant l'utilisation d'acide hyaluronique dans les ruptures de coiffe, elle n'a pas montré d'intérêt dans une étude comportant des ruptures de coiffe (pas de modification significative dans ce sous groupe) [3], alors que le résultat était plus concluant dans le sous-groupe des omarthroses à 6 mois (3 ou 5 injections intra-articulaires au total).

Ainsworth [1] a publié dans le *British Journal of Sports Medicine*, en 2007, une revue de toutes les études ayant analysé l'effet de la rééducation sur les ruptures de la coiffe des rotateurs, y compris les ruptures massives et inopérables. Il est reconnu que la chirurgie réparatrice de la coiffe ne donne pas de bons résultats lorsque la rupture est massive et les patients âgés. La recherche dans la littérature a été faite jusqu'à septembre 2006 avec les mots clés suivants : *rotator cuff, tear(s), exercise, physiotherapy, physical therapy, rehabilitation*. Deux relecteurs indépendants ont analysé la qualité méthodologique des études. Aucune étude randomisée n'a été retrouvée alors que 10 études ont rempli les critères recherchés. Sur ces 10 études, 4 concernaient des ruptures massives de la coiffe, 1 comportait un sous-groupe de ruptures massives et 5 ne précisaient pas la taille de la rupture. Les critères étudiés étaient hétérogènes, ce qui n'a pas permis de regrouper les résultats. La nature des programmes de rééducation n'étaient précisées que dans 5 études. Toutes les études ont mis en évidence une amélioration des scores d'évaluation. Les auteurs concluent à la nécessité de mettre en place des études randomisées.

Vad [28] a publié en 2002 une étude rétrospective de ruptures de coiffe traitées médicalement (groupe 1, $n = 40$), par débridement arthroscopique (groupe 2, $n = 32$) ou par réparation en première intention (groupe 3, $n = 36$). Les patients (58 femmes et 50 hommes d'âge moyen 61,3 ans) ont été revus avec un recul moyen de 3,2 ans. L'évaluation s'est faite à partir d'un questionnaire (Shoulder Rating Questionnaire) rempli par les patients avant la réalisation du traitement, puis avec un minimum de 2 ans de recul. Les excellents ou bons résultats étaient respectivement dans les trois groupes de 65 % dans le groupe 1, de 81 % dans le groupe 2 et de 86 % dans le groupe 3. Dans le groupe des patients traités médicalement, le sous-groupe composé des patients qui avaient eu des injections de corticoïdes avait d'excellents ou bons résultats dans 75 % des cas. Les auteurs de cet article ont ressorti des facteurs pronostics de mauvais résultat (arthrose glénohumérale, diminution des amplitudes passives, pincement de l'espace sous-acromial, atrophie musculaire, force en rotation externe active inférieure à 3/5). Tous ces critères correspondent à des ruptures massives et anciennes de la coiffe.

Indications

Elles vont dépendre de l'analyse de nombreux paramètres au moment du diagnostic.

Âge

Selon l'âge du patient, la place du traitement médical va varier. Lorsque le diagnostic est porté chez un patient ou une patiente de 50 ans ou moins, avant d'envisager les modalités du traitement du traitement médical, il faut envisager en priorité l'éventualité d'un traitement chirurgical, si toutes les conditions sont réunies (épaule souple, gêne significative sur le plan douleur et fonction, lésion tendineuse réparable dans de bonnes conditions, muscles de la coiffe avec une dégénérescence graisseuse ≤ 2 sur l'arthroscanner ou l'IRM). Dans ce genre de situation, le traitement médical doit être un traitement d'attente, temporaire et symptomatique.

Après 50 ans et plus, il faut privilégier, sauf cas particulier, le traitement médical et symptomatique, car les possibilités d'adaptation fonctionnelle sont plus grandes, les exigences sont moins importantes à mesure que l'âge avance, et la dégradation progressive des tissus fait que ceux-ci sont plus difficilement réparables.

Mobilités passives de l'épaule

Les mobilités passives de l'épaule doivent être évaluées avec attention et précision. Les secteurs à mesurer sont l'élévation antérieure passive en position couchée, la rotation externe coude au corps et la rotation interne main dans le dos. Ces mesures doivent toujours être effectuées chez un sujet torse nu, elles doivent être comparatives et symétriques.

La limitation des amplitudes passives même de quelques degrés par rapport au côté opposé supposé sain doit impérativement faire passer au second plan le problème de la coiffe, celle-ci revenant au premier plan des préoccupations une fois que l'épaule aura été parfaitement assouplie. Cet enraidissement, quel que soit son importance, doit donc faire contre-indiquer le traitement chirurgical et bien sûr privilégier le traitement médical. Ce dernier aura pour but de soulager le patient puis, dans un deuxième temps, d'assouplir l'épaule.

Type de lésion tendineuse et aspect des muscles de la coiffe

Si les lésions tendineuses ne sont pas réparables dans de bonnes conditions (lésion du supraspinatus rétractée à la glène [stade 3] ou présence d'un pincement sous-acromial [espace sous-acromial < 6 mm] traduisant l'ancienneté et l'étendue des lésions), le traitement médical symptomatique est la priorité ; en cas d'échec, un geste chirurgical palliatif et non réparateur pourra être proposé.

La réflexion est la même si les muscles (supra-, infraspinatus ou subscapularis) de la coiffe ont une dégénérescence graisseuse de stade supérieur à 2 dans la classification de Goutallier et Bernageau [12], qui compte cinq stades (0 à 4), car le risque de rerupture de la lésion réparée augmente avec le stade de dégénérescence graisseuse.

Caractère dominant ou non de l'épaule pathologique

Si c'est le bras non dominant qui est concerné (épaule gauche chez un droitier), l'adaptation et l'économie articulaire sont plus aisées, le traitement médical est alors susceptible de donner de meilleurs résultats.

Tableau clinique

Si l'épaule est enraidie en plus de la rupture de coiffe, la priorité devient le traitement de la raideur et non celui de la rupture de coiffe, qu'il faudra oublier tant que l'épaule n'aura pas récupéré toutes ses amplitudes passives.

Si l'épaule est douloureuse à l'effort, il faut reconnaître et individualiser le geste en cause dans le déclenchement des douleurs, pour pouvoir le modifier ou même le supprimer définitivement. Il faut adapter son activité à l'importance de la gêne décrite par le patient.

Si l'épaule est faible et fatigable, en dehors de la chirurgie réparatrice qui peut seule permettre une vraie stabilisation, voire une amélioration, le traitement médical doit consister à mettre l'épaule au repos, à donner des conseils d'adaptation et à développer des compensations. Aucun traitement médical n'est capable de donner un aspect normal au muscle qui s'est atrophié, a fortiori si une dégénérescence graisseuse s'est installée.

Contexte

Le contexte d'accident du travail paraît être un facteur de mauvais pronostic en raison de l'interférence de nombreux paramètres, en particulier les bénéfices secondaires attendus. Cependant, cela n'a jamais été publié dans le cadre d'un traitement médical, alors que plusieurs articles font état de moins bons résultats après chirurgie de la coiffe.

Synthèse

L'analyse des résultats du traitement conservateur à moyen et long terme sera obtenue par une meilleure connaissance de l'évolution naturelle. Dans la littérature, en particulier en ce qui concerne les injections de

corticoides, les résultats sont assez divergents, mais les populations étudiées sont souvent inhomogènes, puisque beaucoup d'études parlent d'efficacité du traitement dans les douleurs d'épaule sans préciser s'il s'agit d'une rupture de coiffe [17].

Un élément pronostic négatif ressort pour Croft [9] : l'ancienneté des symptômes au moment où le traitement est mis en place. Il préconise une prise en charge aussi précoce que possible.

Il est important, en termes de pronostic d'efficacité du traitement médical, de définir les facteurs prédictifs de mauvais résultat. C'est ce qu'a fait Bartolozzi [2] en incluant dans son travail 136 épaules présentant une « pathologie de la coiffe ». Elles ont toutes bénéficié d'un « traitement médical et conservateur ». Deux groupes ont été constitués, le premier comportant les 136 patients revus à 6 mois (66 % d'excellents et bons résultats) et le second avec 68 patients ayant été revus avec un recul minimal de 18 mois et maximal de 41 mois (76 % d'excellents et bons résultats). L'auteur conclut au fait que les résultats s'améliorent avec le temps. D'autres auteurs [14] nous ont montré que lorsqu'il existe une rupture transfixiante de la coiffe, une aggravation secondaire est constatée au-delà de la 6^e année. Ceci incite à préconiser un suivi régulier dans le temps de ces patients, a fortiori lorsqu'ils ont une rupture de coiffe.

Dans son travail, Bartolozzi conclut en donnant des facteurs prédictifs de mauvais résultat : une rupture de coiffe de plus de 1 cm², des traitements précessifs prolongés (> 1 an) et une gêne fonctionnelle marquée lors de la prise en charge initiale. La constatation de ces éléments devrait faire discuter, chaque fois que cela est possible, une intervention chirurgicale. En revanche, l'auteur ne retenait pas comme responsables d'une évolution péjorative au-delà de 18 mois (recul maximum de 41 mois) l'âge, le sexe, le type d'activité, la notion d'instabilité, l'atteinte du côté dominant, le début non traumatique, la qualité de la mobilité active ou le type de traitement effectué.

Questions et interrogations

Le traitement médical peut contrôler les douleurs et permettre de conserver des amplitudes passives normales et symétriques. Il ne peut rien contre la perte de force, qui va inexorablement s'aggraver avec les années.

Même la réparation chirurgicale avec toutes les contraintes qui sont les siennes, surtout dans la période postopératoire, ne peut pas récupérer les choses sur le plan fonctionnel si l'indication est trop tardive. En effet, Goutallier [12] écrivait en 1994 : « Après une réparation de coiffe, même satisfaisante,

l'état musculaire ne s'améliore pas. Une infiltration graisseuse (IG) de stade 2 ou supérieur est responsable d'une perte de fonction permanente du muscle et augmente le taux de rerupture.»

La problématique du traitement médical et sa difficulté est d'être efficace en termes de douleur et de fonction, mais aussi de ne pas pénaliser l'avenir fonctionnel de l'épaule en ne laissant pas passer le bon moment d'une réparation chirurgicale si celle-ci est nécessaire.

Les questions posées par les patients avec qui l'on aborde le problème du traitement d'une rupture de la coiffe des rotateurs sont souvent judicieuses et pertinentes.

Est-ce qu'à un moment donné, il est possible que l'on me dise : « Il est trop tard pour réparer votre rupture, il aurait fallu le faire avant » ?

En ce qui concerne la vitesse d'évolution vers une coiffe non réparable dans de bonnes conditions, c'est-à-dire des muscles ayant un stade de dégénérescence graisseuse musculaire supérieur à 2 dans la classification de Goutallier, il faut rapporter le travail de Melis [19]. Elle a repris les dossiers de 1688 ruptures de coiffe analysables (diagnostic arthroscannographique dans 82 % des cas et IRM dans les 18 % restants) opérées entre 1988 et 2005. L'IG musculaire ou dégénérescence graisseuse sur l'imagerie préopératoire était soit minime (stade 0 ou 1), soit moyenne (stade 2), soit sévère (stade 3 ou 4). Cette IG augmentait avec le délai entre le début des symptômes (traumatique ou progressif) et la réalisation de l'imagerie, de façon significative pour le supra- et l'infraspinatus, mais pas pour le subscapularis. L'auteur a démontré l'influence de l'âge (plus le patient est âgé, plus l'IG est sévère, mais l'âge n'a aucune influence sur la rapidité d'évolution). La taille de la rupture mais également la rétraction tendineuse seraient un facteur de dégénérescence graisseuse rapide et sévère. Sur l'ensemble de la population étudiée, un stade d'IG moyen (stade 2) met 3 ans pour s'installer au niveau du supraspinatus et 2,5 ans au niveau de l'infraspinatus et du subscapularis. Pour ce qui est de l'apparition de l'IG sévère dans les muscles de la coiffe, il faut respectivement 5, 4 et 3 ans avant qu'elle n'apparaisse.

Ces données nous donnent des éléments de réponse quand à la durée d'attente avant qu'il ne soit trop tard pour espérer récupérer une épaule fonctionnelle par la chirurgie.

Comment va évoluer ma rupture de coiffe, si elle n'est pas réparée ?

Avec le traitement médical, les lésions tendinomusculaires se dégradent à mesure que les années passent (c'est l'évolution naturelle dont nous avons déjà parlé), mais l'évolution de la gêne ou en tous les cas

des symptômes ressentis n'est pas forcément parallèle, puisqu'il est tout à fait possible de continuer à jouer au tennis avec une rupture de coiffe [6] : tout dépend des possibilités d'adaptation du patient, de sa capacité à cohabiter avec sa rupture de coiffe.

Serai-je forcément obligé de me faire opérer un jour ?

La réponse est a priori non en ce qui concerne une réparation, mais dépend bien évidemment de l'âge auquel le diagnostic est fait, de l'importance des lésions et, encore une fois, si l'optique du traitement médical est prise, des capacités d'adaptation du patient.

En cas d'échec du traitement médical et de coiffe non réparable dans de bonnes conditions, la chirurgie sera alors uniquement palliative.

Est-il « dangereux » d'attendre ?

La réponse est non, à condition que le traitement médical permette de contrôler correctement les douleurs et de maintenir les amplitudes. Il faut un suivi clinique systématique une à deux fois par an et, en cas d'aggravation et d'échappement au traitement médical, il est nécessaire de réévaluer l'état tendinomusculaire de la coiffe et de le comparer au bilan initial.

Qu'est-ce qui peut aggraver ma rupture de coiffe ?

Le temps et les années qui passent, cela est inéluctable et incontournable. Surtout le non-respect des règles d'économie articulaire (utilisation des bras en dessous du niveau des épaules, coude au corps ou le long du corps, non-utilisation des bras au-dessus des épaules de manière prolongée et répétitive) et bien sûr les traumatismes pouvant survenir au cours des années suivant la rupture de coiffe.

J'ai une rupture de coiffe qui ne me gêne absolument pas et je ne sais pas ce que je dois faire (réparation chirurgicale ou traitement médical)...

La chirurgie préventive en matière de pathologie de la coiffe n'est pas souhaitable ni fréquente. Un travail récent de Keener [16] a étudié une population de 196 ruptures de coiffe asymptomatiques comparativement à une population d'épaules normales et à des épaules symptomatiques avec rupture de coiffe. Les scores fonctionnels sont meilleurs lorsque les épaules sont asymptomatiques plutôt que si elles sont symptomatiques. Une épaule asymptomatique risque de devenir symptomatique lorsque la rupture de coiffe concerne le côté dominant ou lorsque l'on constate une gêne fonctionnelle débutante lors de la surveillance clinique qui est conseillée.

En conséquence, une rupture transfixiante de la coiffe qui est asymptomatique grâce au traitement médical doit être surveillée cliniquement afin de s'assurer de l'absence de dégradation pour ne pas laisser passer le moment où une chirurgie réparatrice peut être réalisée.

RÉFÉRENCES

- [1] Ainsworth R, Lewis JS. Exercise therapy for the conservative management of full thickness tears of the rotator cuff : a systematic review. *Br J Sports Med* 2007; 41(4) : 200–10.
- [2] Bartolozzi A, Andreychik D, Ahmad S. Determinants of outcome in the treatment of rotator cuff disease. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 308 : 90–7.
- [3] Blaine T, Moskowitz R, Udell J, Skyhar M, Levin R, Friedlander J, et al. Treatment of persistent shoulder pain with sodium hyaluronate : a randomized, controlled trial. A multicenter study. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(5) : 970–9.
- [4] Bokor DJ, Hawkins RJ, Huckell GH, Angelo RL, Schikendantz MS. Results of nonoperative management of full-thickness tears of the rotator cuff. *Clin Orthop* 1993; 294 : 103–10.
- [5] Brahia M, Singh B, Nicolaou N, Ravikumar KJ. Correlation between rotator cuff tears and repeated subacromial steroid injections : a case control study. *Ann R Coll Surg Engl* 2010; 92(2) : 175.
- [6] Brasseur JL, Lucidarme O, Tardieu M, Tordeur M, Montalvan B, Parier J, et al. Ultrasonographic rotator-cuff changes in veteran tennis players : the effect of hand dominance and comparison with clinical findings. *Eur Radiol* 2004; 14(5) : 857–64.
- [7] Buchbinder R, Green S, Youd JM. Corticosteroid injections for shoulder pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; 1 : CD004016 [review].
- [8] Caroit M, Rouaud JP, Texier T, Gaudouen Y, Delcambre B, Deloese F. Outcome of rupture and complete perforation of the unoperated rotator cuff of the shoulder. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1989; 56(12) : 815–21.
- [9] Croft P, Pope D, Silman A. The clinical course of shoulder pain : prospective cohort study in primary care. *Study Group BMJ* 1996; 313 : 601–2.
- [10] Ekeberg OM, Bautz-Holter E, Tveita EK, Juel NG, Kvalheim S, Brox JI. Subacromial ultrasound guided or systemic steroid injection for rotator cuff disease : randomised double blind study. *BMJ* 2009; 338 : a3112.
- [11] Eustace JA, Brophy DP, Gibney RP, Bresnihan B, FitzGerald O. Comparison of the accuracy of steroid placement with clinical outcome in patients with shoulder symptoms. *Ann Rheum Dis* 1997; 56(1) : 59–63.
- [12] Goutallier D, Postel J-, Bernageau J, Laveau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and post-operative evaluation by CT Scan. *Clin Orthop* 1994; 304 : 78–83.
- [13] Henkus HE, Cobben LP, Coerkamp EG, Nelissen RG, van Arkel ER. The accuracy of subacromial injections : a prospective randomized magnetic resonance imaging study. *Arthroscopy* 2006; 22(3) : 277–82.
- [14] Itoi EJ, Tabata S. Conservative treatment of the rotator cuff tears. *Clin Orthop* 1992; 275 : 165–73.
- [15] Karthikeyan S, Kwong HT, Upadhyay PK, Parsons N, Drew SJ, Griffin D. A double-blind randomised controlled study comparing subacromial injection of tenoxicam or methylprednisolone in patients with subacromial impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2010; 92(1) : 77–82.
- [16] Keener JD, Steger-May K, Stobbs G, Yamaguchi K. Asymptomatic rotator cuff tears : Patient demographics and baseline shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 1191–8.
- [17] Koester MC, Dunn WR, Kuhn JE, Spindler KP. The efficacy of subacromial corticosteroid injection in the treatment of rotator cuff disease : a systematic review. *J Am Acad Orthop Surg* 2007; 15(1) : 3–11.
- [18] Liotard JP. Rééducation d'une épaule douloureuse : comment faire simple. *Rev Rhum Monographies* 2010; 77 : 239–45.
- [19] Melis B, Nemoz C, Walch G. L'infiltration graisseuse musculaire dans les ruptures de la coiffe des rotateurs : analyse descriptive à propos de 1688dossiers. *Rev Chir Orthop Traumatol* 2009; 95 : 397–403.
- [20] Moosmayer S, Tariq R, Stiris MG, Smith HJ. MRI of symptomatic and asymptomatic full-thickness rotator cuff tears. A comparison of findings in 100 subjects. *Acta Orthop* 2010; 81(3) : 361–6.
- [21] Naredo E, Cabero F, Beneyto P, Cruz A, Mondéjar B, Usón J, et al. A randomized comparative study of short response to blind injection versus sonographic-guides injection of local corticosteroids in patients with painful shoulder. *J Rheumatol* 2004; 31(2) : 308–14.
- [22] Noël E. Les ruptures de la coiffe des rotateurs. Résultats du traitement conservateur. In : Simon L, Pelissier J, Herisson Ch, editors. *Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation*. 19^e série. Paris : Masson; 1994. p. 113–8.
- [23] Ozaki J, Fujimoto S, Nakagawa Y, Masuhara K, Tamai S. Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. A study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70(8) : 1224–30.
- [24] Petersson CJ. Ruptures of the supraspinatus tendon. Cadaver dissection. *Acta Orthop Scand* 1984; 55(1) : 52–6.
- [25] Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77(1) : 10–5.
- [26] Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8(4) : 296–9.
- [27] Tempfer H, Gehwolf R, Lehner C, Wagner A, Mtsariashvili M, Bauer HC, et al. Effects of cristalline gluco corticoid triamcinolone acetone on cultured human supraspinatus tendon cells. *Acto Orthop* 2009; 80(3) : 357–62.
- [28] Vad VB, Warren RE, Altchek DW, O'Brien SJ, Rose HA, Wickiewicz TL. Negative prognostic factors in managing massive rotator cuff tears. *Clin J Sport Med* 2002; 12(3) : 151–7.
- [29] Wallace WA, Wiley AP. The long-term results of conservative management of full-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 1986; 68(B) : 162.
- [30] Yamanaka K, Matsumoto T. The joint side tear of the rotator cuff. A follow-up by arthrography. *Clin Orthop* 1994; 304 : 68–73.

La consolidation des lésions tendineuses

O. GAGEY¹

RÉSUMÉ

De très nombreux travaux scientifiques permettent de mieux entrevoir le déroulement du processus de cicatrisation des lésions tendineuses. Quel que soit le site de la cicatrisation (corps du tendon, jonction tendon-os ou jonction tendon-muscle), le processus est extrêmement complexe et un très grand nombre de facteurs interviennent, au point qu'une description aussi exacte que – par exemple – celle des mécanismes de coagulation n'est pas encore possible aujourd'hui.

Les enjeux cliniques de la consolidation tendineuse sont importants (en pathologie du sport notamment) et expliquent le développement de travaux, que l'on peut regrouper sous le vocable d'« ingénierie tissulaire », et qui visent à étudier les moyens d'améliorer la cicatrisation des lésions tendineuses. De nombreuses pistes sont ouvertes, elles se révèlent intéressantes dans des conditions d'expérimentation animale mais n'ont pas, à ce jour, produit de résultats transposables chez l'homme. Une des raisons probables est que la majeure partie des modèles expérimentaux concernent des lésions de tendons sains, alors que le problème chez l'homme est surtout celui des lésions sur tendons dégénératifs.

Mots clés : Ruptures de la coiffe des rotateurs. – Cicatrisation tendineuse.

ABSTRACT – THE TENDON HEALING PROCESS

There are numerous scientific papers dealing with tendon healing process. Whatever the site of the initial lesion (either in the tendon belly or the bone-tendon junction or the muscle-tendon junction), the process appears to be extremely complex with a lot of different factors. We lack at present time of a comprehensive description of the healing process as, for instance, in the field of haemostasis. Improvement of tendon healing is an issue (especially in sport trauma), this explains the huge development of the research known as "tissue engineering" which goal is to find and provide the physician with methods and devices able to increase the clinical issue of tendon repair. Many trails are open after experimental protocols but none has provided useful and validated results in clinical practice. One of the possible explanation is that in men most of the cuff lesions occur in degenerative conditions on the contrary of the experimental results that have been most often obtained in models using normal tendon.

Keywords: Rotator cuff tears. – Tendons healing.

Introduction

L'enjeu de la réparation tendineuse est aujourd'hui très important. Cela tient principalement à deux faits : le développement des pathologies du sport avec des patients de plus en plus demandeurs, voire exigeants, et la montée en charge des lésions dégénératives chez des patients peut-être plus âgés, mais eux aussi exigeants, car souvent en bonne forme physique.

Le chirurgien doit donc aborder le traitement de lésions qui ne sont plus seulement traumatiques mais

dégénératives avec une forme, sans doute intermédiaire, que l'on peut qualifier de microtraumatique ou, mieux, de lésion de surcharge (*overuse*).

Le développement considérable des recherches biologiques laisse espérer dans les années à venir la transition entre une conception purement mécanique (chirurgicale) de la réparation tendineuse et un concept de réparation mixte faisant appel à des techniques de reconstruction chirurgicale assistée par la biologie, le terme de « bio-ingénierie tissulaire » laissant entendre que nous serons peut-être un jour en mesure de reconstruire les tendons

¹Service d'orthopédie-traumatologie, hôpital universitaire de Bicêtre, 78, avenue du Général-Leclerc, 97270, Le Kremlin Bicêtre, France.

sans l'aide de la chirurgie (mais il est fort probable que ce rêve ne devienne réalité que dans très longs temps).

La cicatrisation tendineuse peut se produire dans différentes situations. Soit les lésions sont traumatiques et leur cicatrisation est spontanée ou après réparation chirurgicale, soit les lésions sont dégénératives, aggravées ou non par un traumatisme intercurrent. Il faut également envisager les différentes voies qui s'ouvrent aujourd'hui en faveur de l'assistance à la consolidation tendineuse.

Il convient enfin de ne pas perdre de vue le fait que l'ensemble de travaux expérimentaux qui vont être cités dans ce texte portent essentiellement sur des lésions de tendons sains sur modèle animal. Seuls quelques rares travaux font appel à un modèle de tendinopathie induite.

La transposition des données concernant la cicatrisation du tendon sain à des tendons dégénératifs ne sera pas nécessairement facile.

Plusieurs modèles expérimentaux sont utilisés : section-suture du tendon, création d'une perte de substance en plein corps du tendon, désinsertion de l'attache osseuse avec réinsertion dans un tunnel transosseux ou à la surface de l'os et tendinopathie expérimentale (laccération ou tendinopathie chimique [induite par injection de collagénase notamment]).

Schéma général de la consolidation après lésion tendineuse

Deux phénomènes précoces dominant : la réaction inflammatoire et l'hématome.

Réaction inflammatoire

Elle provoque l'afflux de macrophages et de neutrophiles. La prolifération des fibroblastes se produit avec le phénomène de migration au niveau de la lésion. Les macrophages ont pour rôle premier la détersion des éléments nécrotiques. Les fibroblastes proviennent de l'épitenon et de l'endotendon, c'est-à-dire du tissu tendineux lui-même situé au voisinage de la lésion [1]. La synthèse de collagène de type 3 par les fibroblastes va permettre l'apparition d'un cal tendineux primitif, plutôt anarchique, qui va progressivement s'enrichir en collagène de type 1. La dernière phase est la réorganisation du cal tendineux, caractérisée par la réorientation et le renforcement des fibres de collagène de type 1 [4] et l'apparition de fibres d'élastine. La reprise de la fonction est essentielle durant cette dernière phase, car la sollicitation mécanique est l'élément déclenchant principal des phénomènes de réorganisation.

Hématome lésionnel

Il participe au processus initial de consolidation, notamment grâce aux facteurs plaquettaires de croissance qui s'accumulent au niveau de la lésion et à l'apport de fibrine que représente le caillot sanguin. L'utilisation expérimentale de colle de fibrine lors d'une réparation expérimentale favorise localement la synthèse de VEGF (*vascular endothelial growth factor*) et de HGF (*hepatocyte growth factor*) [7].

On observe au sein de la zone de cicatrisation une prolifération vasculaire et nerveuse, ainsi qu'une augmentation de la substance « P », neuromédiateur de la douleur, qui semble avoir un rôle positif sur la consolidation [2]. Les fibrocytes sont capables de synthétiser la substance P au sein des lésions de tendinopathie [6].

La consolidation de la jonction tendon-os se fait grâce à la reconstitution de ponts de collagène entre os et tendon ainsi qu'à la reconstitution progressive d'une zone de jonction de morphologie voisine à celle des fibres de Sharpey. Certains travaux soulignent que la reconstitution ne se fait jamais à l'identique. On considère que l'apparition des fibres de Sharpey est l'indicateur d'une cicatrisation mature de la jonction tendon-os.

La maturation de la zone cicatricielle se caractérise par plusieurs éléments :

- la récupération d'une proportion voisine de la normale en fibres de collagène 1 (majoritaires) et 3 (minoritaires) ;
- la réorientation des fibres dans le sens des sollicitations que le tendon est appelé à subir ;
- une augmentation de volume des fibres de collagène 3 ;
- la récupération d'une charge en élastine voisine de la normale (2 %) ;
- une homogénéisation de la tension des différentes fibres du tendon qui évite des surcharges locales ;
- un aspect « ridé » des fibres de collagène 3 au repos donnant au tendon une capacité de mise en tension progressive et amortie (ce que traduit la première phase du diagramme expérimental tension-longueur du tendon normal).

Cette phase de maturation est longue : sa durée est estimée à plus de 1 an après le début de la cicatrisation.

La « machinerie moléculaire » de la consolidation

De très nombreux travaux ont étudié les phénomènes cellulaires en cause dans la consolidation tendineuse. Il n'est évidemment pas possible de les décrire en détail dans le cadre de ce chapitre, d'autant plus qu'un schéma

clair et exhaustif décrivant l'ensemble des mécanismes n'est pas encore disponible. La connaissance de ces phénomènes complexes est cependant importante, car elle porte en germe la possibilité d'améliorer la consolidation des tendons.

Facteurs de croissance

De nombreux facteurs de croissance sont impliqués dans la cicatrisation tendineuse. On peut citer notamment l'*insulin-like growth factor 1* (IGF1) qui stimule la prolifération des fibroblastes et, par conséquent, la synthèse du collagène (3 puis 1) [15]; les facteurs de croissance plaquettaires, le facteur de croissance vasculaire endothélial (VEGF) et le facteur HGF sont présents au niveau de la lésion tendineuse. Les facteurs de croissance endothélial (EGF), *insulin-like* (IGF) et fibroblastique (FGF) sont présents dans les cellules inflammatoires au niveau de la zone de cicatrisation [22]. Le transforming growth factor (TGF) est impliqué dans la consolidation définitive du tendon et l'acquisition des propriétés mécaniques.

Facteurs « extérieurs » influençant la consolidation tendineuse

Effets positif des sollicitations mécaniques lors de la consolidation tendineuse

In vitro, la stimulation des fibroblastes augmente la concentration de prostaglandine A_2 et la synthèse d'ADN [3]; in vivo, la stimulation mécanique adaptée du tendon accroît la présence de fibronectine [5]. L'effet positif a également été démontré dans le cas de la cicatrisation à la jonction tendon-os [23]. Tous les travaux expérimentaux montrent que l'application de sollicitations mécaniques au tendon en voie de consolidation ont un effet positif sur la qualité de la consolidation (qu'il s'agisse de résultats histologiques ou des propriétés mécaniques).

Ultrasons

Plusieurs travaux signalent l'intérêt des ultrasons dans la consolidation tendon-tendon et tendon-os, notamment par le biais de l'augmentation de la synthèse d'hydroxyproline [10].

Effets de l'âge

La cellularité du tendon diminue avec l'âge. Plusieurs publications suggèrent une diminution du potentiel de

cicatrisation liée à l'âge, notamment par le biais d'une diminution quantitative de la synthèse du collagène par les fibroblastes [18].

La consolidation est-elle meilleure dans un tunnel ou au simple contact de l'os cortical ?

Trois publications établissent que la consolidation se fait mieux ou de manière identique au simple contact de l'os cortical qu'au sein d'un tunnel transosseux [16,17,19]; d'autres sont plus réservées à propos de cette supériorité [9].

Interférences pharmacologiques

De nombreux travaux ont exploré l'influence de certains médicaments sur la consolidation tendineuse. Le rôle néfaste des quinolones a été bien démontré. Les anti-inflammatoires tels la dexaméthasone, l'ibuprofène ou le célécoxib inhibent la migration des fibroblastes et perturbent la cicatrisation tendineuse [21]; il n'en serait pas de même pour l'indométhacine [20]. Les anti-inflammatoires semblent avoir un effet néfaste lors de la phase précoce de cicatrisation (phase de prolifération cellulaire). Certains résultats suggèrent un effet positif dans la phase secondaire par le biais d'une stimulation de la synthèse des protéines [3].

L'acide ascorbique interviendrait de manière positive dans le processus de cicatrisation par l'intermédiaire de l'accroissement de la synthèse des protéoglycanes et du collagène [13]. La nicotine est connue pour inhiber in vitro et in vivo la cicatrisation.

Les adjuvants à la cicatrisation tendineuse

Adjuvants moléculaires

De très nombreux travaux se sont intéressés aux moyens d'améliorer la consolidation tendineuse. La plupart des résultats restent aujourd'hui à un niveau expérimental, seul l'usage des facteurs plaquettaires autologues (fraction riche en plaquettes après centrifugation) a reçu un début de validation clinique dans le traitement des épicondylites [14]. L'utilisation de fibrine autologue, de BMP2 ou de BMP12 améliorerait la consolidation. Il en serait de même de la calcitonine ou des protéoglycanes administrés in situ.

Ingénierie tissulaire

On désigne par là la tentative de mise au point de matériaux de soutien colonisables apportant in situ

des facteurs stimulant la croissance de tissu tendineux. De essais ont inclus les tests avec du Dacron® ou de l'acide polyglycolique sans conclure à une quelconque supériorité [12]. Un support de polyester/polyéthylène chargé en fibre de collagène a un effet positif sur la consolidation chez l'animal. Des éponges de collagènes « dopées » avec le growth differentiation factor ont expérimentalement un effet positif sur la cicatrisation.

Autres éléments actifs

L'adjonction de greffes périostées ou de greffes osseuses lyophilisées au niveau de l'interface tendon-os a permis d'améliorer la consolidation tendon-os in vitro. L'ostéoprotégérine jouerait un rôle favorable dans la consolidation tendon-os par le biais de l'inhibition des ostéoclastes. L'utilisation de tantale poreux à la jonction tendon-os améliorerait la qualité de la cicatrisation [11].

Cellules souches mésenchymateuses

Les cellules souches mésenchymateuses favorisent la consolidation in vitro.

La maintenance des tendons

La chaîne complexe des métalloprotéases matricielles (MMP) joue un rôle dans la maintenance des tendons en participant à la résorption du collagène indispensable au renouvellement du stock tendineux nécessaire à l'adaptation aux efforts et à la réparation des microlésions.

Certains inhibiteurs des MMP ont un rôle positif sur la consolidation dans des conditions expérimentales [8].

Conclusion

Il est donc acquis que la consolidation os-tendon est une réalité expérimentale, mais aussi et surtout clinique. Expérimentalement, c'est l'obtention de fibres de Sharpey qui offre la meilleure preuve d'une consolidation mature de la réinsertion. Il est bien sûr plus difficile d'obtenir ce type de preuve en clinique. Le

modèle clinique le plus « robuste » est incontestablement celui du ligament croisé antérolatéral, car l'échec de la consolidation est sanctionné par un échec immédiat de la stabilisation du genou ; la restauration de la stabilité du genou atteste du caractère fonctionnel du néoligament et, donc, de la qualité mécanique de sa réinsertion.

En ce qui concerne le supraépéux, nous ne disposons pas de corrélations fonctionnelles aussi indiscutables : il est en effet connu que même en l'absence de consolidation, la fonction de l'épaule peut être conservée. Le taux précis de consolidation demeure difficile à déterminer tant son estimation reste aujourd'hui variable d'une publication à l'autre.

Les échecs de consolidation peuvent être envisagés sous plusieurs aspects : échec primaire de consolidation (avec le problème sous-jacent de la capacité de consolidation du tendon dégénératif) ou rupture itérative vraie.

En ce qui concerne l'épaule, le problème majeur est celui des lésions dégénératives. Il se formule en trois questions :

- pouvons-nous espérer augmenter le taux de cicatrisation des lésions tendineuses dégénératives ?
- est-il envisageable de restaurer un tendon fonctionnel en cas de perte de substance non réparable chirurgicalement ?
- qu'en est-il de la restauration d'une fonction musculaire correcte après « reconnexion » du tendon ?

Cet aperçu des travaux concernant la consolidation tendineuse laisse entrevoir des développements cliniques intéressants au regard des questions qui précèdent. Il faut garder à l'esprit que la grande majorité des travaux utilisent des modèles de lésion du tendon sain dont la transposition au traitement des lésions dégénératives risque de ne pas être immédiate. Les facteurs de croissance plaquettaires autologues sont certainement la piste la plus prometteuse à court ou moyen terme.

Il convient enfin de ne pas oublier la lenteur avec laquelle les BMP font leurs preuves dans l'assistance à la consolidation osseuse en dépit des espoirs qu'elles ont soulevé ! Il n'existe aujourd'hui aucune application clinique validée de l'ingénierie tissulaire à l'assistance à la consolidation des lésions tendineuses de la coiffe des rotateurs.

RÉFÉRENCES

- [1] Abrahamsson SO, Lundborg G, Lohmander LS. Tendon healing in vivo. An experimental model. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1989; 23(3) : 199–205.
- [2] Ackermann PW, Salo PT, Hart DA. Neuronal pathways in tendon healing. *Front Biosci* 2009; 14 : 5165–87.
- [3] Almekinders LC, Baynes AJ, Bracey LW. An in vitro investigation into the effects of repetitive motion and nonsteroidal antiinflammatory medication on human tendon fibroblasts. *Am J Sports Med* 1995; 23(1) : 119–23.
- [4] Al-Qattan MM, Posnick JC, Lin KY, Thorner P. Fetal tendon healing : development of an experimental model. *Plast Reconstr Surg* 1993; 92(6) : 1155–60.
- [5] Amiel D, Gelberman R, Harwood F, Siegel D. Fibronectin in healing flexor tendons subjected to immobilization or early controlled passive motion. *Matrix* 1991; 11(3) : 184–9.
- [6] Andersson G, Danielson P, Alfredson H, Forsgren S. Presence of substance P and the neurokinin-1 receptor in tenocytes of the human Achilles tendon. *Regul Pept* 2008; 150(1–3) : 81–7.
- [7] Anitua E, Sanchez M, Nurden AT, Zalduendo M, de la Fuente M, Orive G, et al. Autologous fibrin matrices : a potential source of biological mediators that modulate tendon cell activities. *J Biomed Mater Res A* 2006; 77(2) : 285–93.
- [8] Bedi A, Fox AJ, Kovacevic D, Deng XH, Warren RF, Rodeo SA. Doxycycline-mediated inhibition of matrix metalloproteinases improves healing after rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38(2) : 308–17.
- [9] Park MC, Cadet ER, Levine WN, Bigliani LU, Ahmad CS. Tendon-to-bone pressure distributions at a repaired rotator cuff footprint using transosseous suture and suture anchor fixation techniques. *Am J Sports Med* 2005; 33(8) : 1154–9.
- [10] Ramirez A, Schwane JA, McFarland C, Starcher B. The effect of ultrasound on collagen synthesis and fibroblast proliferation in vitro. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(3) : 326–32.
- [11] Reach Jr JS, Dickey ID, Zobitz ME, Adams JE, Scully SP, Lewallen DG. Direct tendon attachment and healing to porous tantalum : an experimental animal study. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(5) : 1000–9.
- [12] Rodkey WG, Cabaud HE, Feagin JA, Perlik PC. A partially biodegradable material device for repair and reconstruction of injured tendons. Experimental studies. *Am J Sports Med* 1985; 13(4) : 242–7.
- [13] Russell JE, Manske PR. Ascorbic acid requirement for optimal flexor tendon repair in vitro. *J Orthop Res* 1991; 9(5) : 714–9.
- [14] Sanchez M, Anitua E, Orive G, Mujika I, Andia I. Platelet-rich therapies in the treatment of orthopaedic sport injuries. *Sports Med* 2009; 39(5) : 345–54.
- [15] Schnabel LV, Lynch ME, van der Meulen MC, Yeager AE, Kornatowski MA, Nixon AJ. Mesenchymal stem cells and insulin-like growth factor-I gene-enhanced mesenchymal stem cells improve structural aspects of healing in equine flexor digitorum superficialis tendons. *J Orthop Res* 2009; 27(10) : 1392–8.
- [16] Shaieb MD, Singer DI, Grimes J, Namiki H. Evaluation of tendon-to-bone reattachment : a rabbit model. *Am J Orthop* 2000; 29(7) : 537–42.
- [17] Silva MJ, Thomopoulos S, Kusano N, Zaegel MA, Harwood FL, Matsuzaki H, et al. Early healing of flexor tendon insertion site injuries : tunnel repair is mechanically and histologically inferior to surface repair in a canine model. *J Orthop Res* 2006; 24(5) : 990–1000.
- [18] Spindler KP, Nanney LB, Davidson JM. Proliferative responses to platelet-derived growth factor in young and old rat patellar tendon. *Connect Tissue Res* 1995; 31(2) : 171–7.
- [19] St Pierre P, Olson EJ, Elliott JJ, O'Hair KC, McKinney LA, Ryan J. Tendon-healing to cortical bone compared with healing to a cancellous trough. A biomechanical and histological evaluation in goats. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77(12) : 1858–66.
- [20] Thomas J, Taylor D, Crowell R, Assor D. The effect of indomethacin on Achilles tendon healing in rabbits. *Clin Orthop Relat Res* 1991; 272 : 308–11.
- [21] Tsai WC, Hsu ML, Chou SW, Chung CY, Chen J, Pang JH. Effects of celecoxib on migration, proliferation and collagen expression of tendon cells. *Connect Tissue Res* 2007; 48(1) : 46–51.
- [22] Tsubone T, Moran SL, Amadio PC, Zhao C, An KN. Expression of growth factors in canine flexor tendon after laceration in vivo. *Ann Plast Surg* 2004; 53(4) : 393–7.
- [23] Wang W, Chen HH, Yang XH, Xu G, Chan KM, Qin L. Postoperative programmed muscle tension augmented osteotendinous junction repair. *Int J Sports Med* 2007; 28(8) : 691–6.

Les facteurs de croissance dans la cicatrisation tendineuse de la coiffe des rotateurs

M.A. ZUMSTEIN¹, G. MOINEAU², M. SCHAEER¹, M. SCHOBER¹, P. BOILEAU²

RÉSUMÉ

Les ruptures de la coiffe des rotateurs sont des problèmes orthopédiques très fréquemment rencontrés en pratique quotidienne. Le taux d'échec en dépit de l'évolution du matériel et des techniques mais aussi dans l'approche arthroscopique est encore très élevé. L'âge est un facteur influençant grandement le taux de cicatrisation d'une réparation de la coiffe des rotateurs. Les patients âgés de plus de 55 ans et surtout de plus de 65 ans ont un taux d'échec significativement plus élevé. Ces dernières années, les mécanismes mis en jeu lors de la cicatrisation os-tendon a fait l'objet de nombreux travaux de recherche.

Il a été démontré que la cicatrisation de l'insertion du tendon sur l'os est une interaction complexe de cellules locales, progénitrices, que sont les cellules souches, de la matrice extracellulaire, des facteurs de croissance et autres cytokines. En conséquence, plusieurs biothérapies in vitro et in vivo ont été développées pour améliorer la cicatrisation de la réinsertion. Cet article donne un aperçu des données actuelles concernant l'utilisation de facteurs de croissance. Puis les futures approches thérapeutiques seront discutées.

Mots-clés : Coiffe des rotateurs. – Ruptures. – Cicatrisation. – Facteurs de croissance.

ABSTRACT – GROWTH FACTORS IN ROTATOR CUFF TENDON-TO-BONE HEALING

Rotator cuff tears are very common orthopedic problems seen in daily practice. The failure rate is in spite of further developments in suture material and technique in the open but also in the arthroscopic approach still very high. Age is a predisposing factor for the anatomic healing rate subsequent to a rotator cuff repair. Older patients over 55 and especially over 65 years have a significant higher failure rate. In the last years, the physiological processes in the bone-tendon insertion as well as the biological nature of the rotator cuff healing have been receiving increased attention by researchers. It has been shown that the healing of the tendon-bone insertion is a complex interplay of local cells, progenitor-stem cells, extracellular matrix, growth factors and other cytokines. Accordingly, several biological in vitro and in vivo therapy methods were developed for improvement of the reinsertion. This article provides an overview of the current evidence for augmentation of rotator cuff reconstruction with growth factors. Furthermore, potential future therapeutic approaches are discussed.

Keywords: Rotator cuff. – Insertion. – Biology. – Healing. – Augmentation. – Growth factors.

Introduction

Les lésions des tendons de la coiffe des rotateurs (CDR) font partie des lésions tendineuses les plus fréquentes. Une récente étude IRM a montré que plus de 50 % de la population âgée de plus de 50 ans présente des lésions de la CDR. Il existe de plus une augmentation de leur incidence avec l'âge (figure 1). Par ailleurs, chez les patients plus jeunes qui exercent une activité manuelle, ces lésions peuvent devenir symptomatiques

[24]. En plus des douleurs, ces lésions peuvent entraîner une impotence fonctionnelle de l'épaule et justifier un traitement chirurgical. On comprend que cette pathologie représente un important enjeu économique pour les systèmes de santé de tous les pays.

Physiologie normale de l'insertion de la coiffe des rotateurs

L'insertion physiologique de la CDR correspond à la zone de transition entre l'os et le tendon. Cette struc-

¹Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, hôpital de l'Île, université de Berne, 3010 Berne, Suisse.

²Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, hôpital de l'Archet, CHU de Nice, université de Nice Sophia-Antipolis, 151, route de Saint-Antoine-de-Ginestière, 06200 Nice, France.

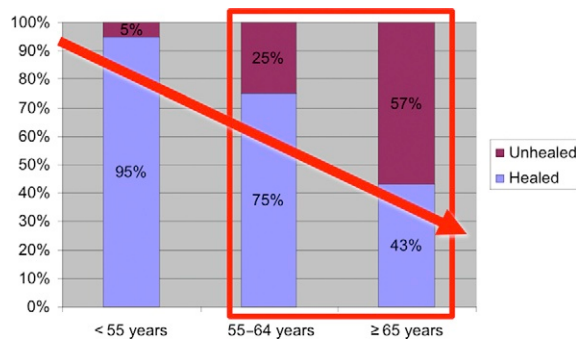


Figure 1. L'âge est un facteur pronostique pour la cicatrisation après une réparation de coiffe des rotateurs.

ture contient les quatre zones suivantes : le tendon (I), des fibres cartilagineuses non minéralisées (II), des fibres cartilagineuses minéralisées (III) et l'os (IV) [13,29]. Tandis que les zones I et IV contiennent essentiellement du collagène de type I, les zones II et III, quant à elles, sont formées à la fois de collagène de type I, II et X et d'une matrice extracellulaire (MEC) avec des protéoglycanes comme la décorine, l'agrécan et le biglycane [10]. Durant le processus de vieillissement tendineux, la vascularisation diminue au niveau de l'insertion de la CDR et il existe une métaplasie cartilagineuse des fibroblastes [28].

Lésions de la coiffe des rotateurs

Étiologie et histopathologie

Actuellement, il faut distinguer les causes extrinsèques et intrinsèques, mais aussi les contraintes traumatiques de traction s'exerçant sur les tendons de la CDR.

L'étiologie extrinsèque des lésions tendineuses de la CDR a été initialement publiée par Neer en 1972. Il décrit le conflit sous-acromial [26] entre la voûte coracoacromiale et la CDR comme source de lésions tendineuses dégénératives, extra-articulaires.

Les facteurs intrinsèques des lésions tendineuses trouvent leur explication dans le tendon lui-même selon un modèle microtraumatique dégénératif [34]. Ces lésions dégénératives liées à l'âge entraînent une dégénérescence mucoïde, mais aussi une accumulation de microcalcifications d'hydroxyapatite et une infiltration graisseuse. L'âge est l'un des plus importants facteurs d'une cicatrisation anatomique à la suite d'une réparation de coiffe. Nous avons précédemment démontré que les patients en dessous de 55 ans cicatrisent presque entièrement. Au contraire, les patients au-dessus de 55 ans et plus particulièrement au-dessus de 65 ans ont un taux d'échec significativement plus important.

Ces changements aboutissent à un déficit de la qualité tendineuse qui, associé à des microtraumatismes,

peut aboutir à des lésions partielles puis transfixiantes de la CDR. Ce processus est accéléré en cas de prédisposition génétique ou de désordres métaboliques. Yuan et al. [35] ont montré qu'en cas de tendinopathie de la CDR, il existe, à la partie distale des tendons, une proportion significativement plus importante de cellules présentant des signes d'apoptose (34 %) par rapport à des tendons sains (13 %). Les cellules en apoptose (ou en état de mort cellulaire) ne sont pas uniquement retrouvées au niveau de la rupture tendineuse, mais aussi dans la zone périvasculaire. Cependant, il n'y a pas de corrélation évidente entre le nombre de cellules en apoptose et la durée de la symptomatologie, l'âge ou la taille de la rupture. Les raisons de cette apoptose ne sont à ce jour pas connues. Des explications comme l'ischémie, l'hypoxie ou l'existence de radicaux libres sont avancées. Il est suggéré que l'apoptose associée à la diminution de synthèse de collagène serait une des causes intrinsèques de la dégénérescence tendineuse.

De plus, un tendon de la CDR présentant une tendinopathie chronique comporte une proportion plus importante d'œdème au niveau de sa MEC avec fragmentation et désorganisation des fibres de collagène.

Biologie de la cicatrisation tendineuse des lésions de la coiffe des rotateurs

Une connaissance précise de la structure anatomique est essentielle pour obtenir la récupération d'une unité muscle-tendon fonctionnelle quelles qu'en soient les différentes approches. Les facteurs limitant la fonction et le résultat d'une réparation de la CDR sont autant la qualité musculaire que l'intégrité de l'interface tendon-os au niveau du tendon réparé.

Qualité des muscles de la coiffe des rotateurs

La qualité des muscles et tendons est principalement influencée par leur contenu en graisse et en tissu conjonctif. Après une rupture de la CDR, le corps musculaire est sujet à une rétraction, à une atrophie, à une augmentation du tissu conjonctif intramusculaire et à une diminution de la vascularisation capillaire. Les fibres musculaires deviennent plus courtes, l'angle de pennation augmente. Le muscle perd ainsi partiellement son potentiel à développer une tension. Sur le scanner ou les séquences en imagerie par résonance magnétique (IRM), l'évolution de l'infiltration graisseuse peut être quantifiée de manière standardisée [9,14]. L'importance de l'infiltration graisseuse est un facteur prédictif de la

possibilité de réinsertion, mais aussi de cicatrisation d'une rupture de la CDR. Elle influence donc significativement les résultats cliniques des réparations tendineuses [15,39]. Les conséquences de la rétraction sur l'unité tendinomusculaire ne peuvent être réversibles. Une unité tendinomusculaire rétractée, ayant perdu ses propriétés élastiques, ne peut pas être réinsérée chirurgicalement en un temps au niveau de son insertion native sans provoquer d'autres ruptures ou dommages structuraux comme l'augmentation du tissu conjonctif [37].

Expérimentalement, il est possible de redonner à l'unité muscle-tendon sa longueur initiale à l'aide d'un tenseur (figure 2). Avec cette méthode, l'architecture et l'angle de pennation physiologique sont restaurés [11]. Les examens histologiques et sous microscopie électronique de ces fibres musculaires saines après passage dans le tenseur retrouvaient une augmentation surtout en longueur de ces fibres. Cependant, la masse musculaire totale était moins importante que sur l'épaule

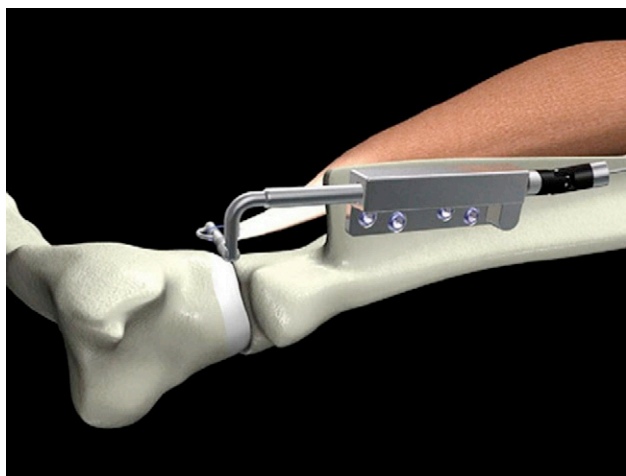


Figure 2. Le tenseur est monté sur l'épine de la scapula en utilisant un système de fixation-compression verrouillé. Reproduit avec la permission de C. Gerber.

saine. À l'aide de cette méthode, il n'était obtenu qu'une diminution non significative du tissu graisseux (figure 3). La biologie moléculaire retrouvait une augmentation de l'expression de « l'actine α du muscle squelettique » et de la « myosine polypeptide lourd 1 » avec l'augmentation de la dégénérescence graisseuse des muscles de la CDR [11]. Cette augmentation est en relation avec une augmentation du métabolisme tissulaire et un stress oxydatif. Ceci confirme les résultats de l'histologie et de la microscopie électronique : l'augmentation de la graisse dans les muscles ne va pas de pair avec la dégénérescence, mais plutôt avec une tentative de régénération maximale.

L'atrophie musculaire s'accompagne de l'infiltration graisseuse. Cette atrophie est secondaire à une diminution de la synthèse protéique ou à une augmentation de la dégradation protéique. Différentes protéines signal et facteurs de transcription régulent l'atrophie musculaire par l'intermédiaire du facteur FOXO qui stimule l'atrogène 1 et le Murf 1, induisant une protéolyse par trois systèmes protéolytiques :

- le système calpaïne calcium-dépendant ;
- le système de protéases lysosomales (cathepsine) ;
- le système ubiquitine-protéasome.

Au niveau moléculaire, ces trois systèmes sont beaucoup plus surexprimés pour une rupture massive de la CDR que pour une petite rupture ou une CDR saine. En pratique clinique, un moyen simple de remettre en tension progressivement l'unité musculotendineuse consiste à mettre le bras sur une attelle d'abduction après réparation de la CDR puis à réduire progressivement l'angle d'abduction sur plusieurs semaines (principe d'Ilizarov).

Interface tendon-os

Il existe de nombreuses données expérimentales et cliniques qui démontrent qu'une fixation mécanique ostendon optimale avec sutures et ancrs adéquates est

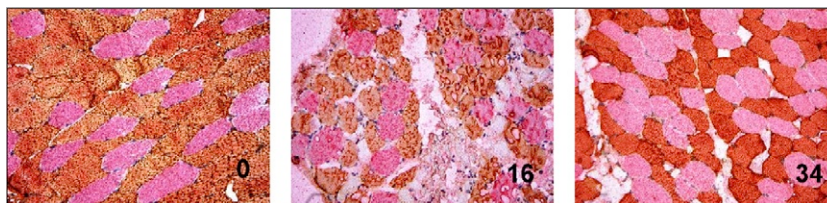


Figure 3. Immunohistologie représentant des régions musculaires identiques 0, 16 et 34 semaines après l'exérèse tendineuse. Les fibres de type I sont colorées en mauve et les fibres de type II en marron. Zéro semaine après l'exérèse tendineuse, il existe une structure musculaire normale incluant du tissu conjonctif interfibrillaire, des cellules graisseuses et des vaisseaux sanguins. À 16 semaines de l'exérèse tendineuse, la structure musculaire est déjà perdue avec perte de l'orientation des fibrilles au sein des fibres. Il y a une augmentation marquée du fond interfasciculaire. À 34 semaines, après elongation de l'unité musculotendineuse à sa longueur originale et normalisation de l'angle de pennation, l'architecture musculaire s'améliore et le tissu conjonctif interfasciculaire, les cellules graisseuses et les vaisseaux sanguins diminuent significativement.

Reproduit avec la permission de C. Gerber.

corrélée à un meilleur taux de cicatrisation [12]. Les sutures avec une haute résistance à la traction et les techniques d'ancrage ont évolué avec les données des études *in vitro* et *in vivo* [12]. Les données expérimentales montrent que la cicatrisation est principalement initiée par des cellules provenant de l'os du *footprint* [31] et de la bourse [17]. En comparaison avec l'interface os-tendon physiologique, le tissu régénératif cicatriciel est désorienté et ne comporte plus les quatre zones physiologiques classiques. De plus, il existe une diminution des qualités biomécaniques et un risque de rupture mécanique plus important [22]. Une des raisons pourrait être le manque d'environnement physiologique durant le processus de cicatrisation. Malgré le manque de preuve de leur efficacité, de nombreux praticiens injectent des corticostéroïdes dans l'espace sous-acromial. Cependant, ceux-ci ont un rôle préjudiciable sur les ténocytes de la CDR et sur la cicatrisation tendineuse.

Les prérequis pour la cicatrisation tendineuse sont :

- des cellules de l'environnement local ;
- des protéines de la MEC :
 - les fibres de collagène ;
 - les glycosaminoglycanes et protéoglycanes.
- une matrice tridimensionnelle stable comme support pour les cellules régénératives et les facteurs de croissance ;
- les cytokines, modulateurs et facteurs de croissance sur une période de plusieurs semaines.

Cellules

Les cellules inductrices de la cicatrisation des réparations de la CDR sont aussi bien d'origine intrinsèque, de la zone d'insertion tendineuse (ostéoblastes, ténocytes du tendon ou du péri-tendon), qu'extrinsèque, comme les cellules de l'inflammation (granulocytes et thrombocytes) et les cellules souches provenant de la moelle osseuse [17,23]. D'après Uthoff [30], les cellules provenant du moignon tendineux ne participent que très peu à la cicatrisation tendineuse. Les cellules participant à la cicatrisation proviennent de l'humérus proximal ou de la bourse sous-acromiale environnante [17]. Après la réinsertion, les ostéoblastes prolifèrent et une nouvelle trame se forme [30]. Les ténocytes fusiformes, des zones I et II, de la zone de réinsertion sur le tubercule majeur, synthétisent et sécrètent les protéines de la MEC. Par ailleurs, les cellules de l'inflammation comme les thrombocytes et leucocytes sont impliquées à toutes les étapes de la cicatrisation. Ils sont essentiels durant l'étape initiale de la cicatrisation tendineuse en sécrétant des facteurs de croissance qui initient la cascade de réparation [21]. Des cellules souches immatures peuvent facile-

ment être isolées et concentrées lors d'une réinsertion tendineuse sur l'humérus proximal. L'influence directe sur la cicatrisation tendineuse de la différenciation des cellules souches immatures vers une lignée cellulaire spécifique n'a pas à ce jour été prouvée. Scott Rodeo a même pu démontrer, sur un modèle expérimental de mouton, qu'il n'y avait aucune influence de l'adjonction de cellules souches sur la cicatrisation tendineuse de la CDR [16].

Protéines de la matrice extracellulaire

Les protéines de la MEC forment la totalité des macromolécules en dehors de la membrane plasmique cellulaire et servent principalement comme moyen de fixation pour les cellules intégrées à la MEC. Les cellules ayant une influence mutuelle les unes sur les autres mais aussi sur la MEC, il faut considérer cet état comme dynamique plutôt que statique. La MEC est composée de fibres de collagène, de glycosaminoglycanes et de protéoglycanes.

Collagène

Il existe différents types de collagène dans chacune des quatre zones. Dans les zones de la région d'insertion du tendon sur l'os (II et III), l'organisation des fibres de collagène est moins parallèle que dans le tendon lui-même [4]. Les collagènes peuvent être divisés en trois types : les collagènes fibrillaires (I, II et III), les collagènes pseudofibrillaires (IX, XII), liens entre les fibrilles et les protéines de la MEC, et les collagènes à courte chaîne (X).

Le collagène de type I est essentiellement retrouvé dans les zones I et IV [10] ainsi qu'à l'étape du remodelage [25].

En revanche, le collagène de type II est retrouvé en zone IV durant le développement fœtal et en zones II et III en période postnatale. Avec l'achèvement du développement de l'insertion tendineuse, le collagène de type II peut uniquement être détecté en zone III [10].

Le collagène de type III est présent dans le tendon mais aussi dans l'os, dès les premières étapes de la cicatrisation tendineuse [3]. Lors de la cicatrisation os-tendon, le collagène de type III est associé au tissu dégénératif et cicatriciel. Il n'est pas déterminé si une quantité excessive de collagène de type III affecte la qualité de l'insertion tendineuse.

Le collagène de type V est un régulateur du diamètre des fibrilles de collagène de type I et est donc retrouvé essentiellement dans les zones I et II [29].

Le collagène de type IX est surtout retrouvé sur le versant osseux de la zone de réinsertion. Il appartient

au type pseudofibrillaire et se connecte essentiellement au collagène de type II.

Le collagène de type X est produit durant la croissance par des corpuscules de cartilage hypertrophique dans la zone transitionnelle de fibrocartilage minéralisé (zone III), et apparaît au niveau des cartilages de conjugaison durant la croissance. Il est intéressant car les facteurs de croissance et de transcription, qui contribuent à la maturation du cartilage de croissance, influencent également le développement de la zone d'insertion tendineuse [10]. Le collagène de type X persiste en zone III même si les chondrocytes hypertrophiques, avec le temps, sont absents. Ceci montre que le collagène de type X joue un rôle important dans la transformation du tissu minéralisé en non minéralisé. Cependant, le collagène de type X est absent dans les phénomènes de cicatrisation os-tendon de l'adulte [10]. Le collagène de type X est également absent durant les phases embryonnaires et néonatales et n'est produit que lorsque les zones II et III sont développées. De ce fait, des facteurs mécaniques pourraient contribuer à l'expression et à la production du collagène de type X [10]. Le fait que la formation de la zone fibrocartilagineuse transitionnelle, au niveau des tendons de patients présentant une paralysie de l'épaule, soit perturbée conforte cette hypothèse.

Le collagène de type XII existe au niveau des deux faces de la zone d'insertion (zones II et III). Il appartient comme le type IX au type pseudofibrillaire et est associé au collagène de type I.

Protéoglycanes

Différents protéoglycanes contribuent à la régulation tissulaire de la MEC. Comme le collagène de type V, un des protéoglycanes, la décorine, régule l'épaisseur du collagène et est trouvé exclusivement au niveau de la partie tendineuse de la zone de transition, principalement dans les zones I et II d'une insertion tendineuse intacte [3]. Le taux de décorine demeure faible durant le processus de cicatrisation, mais reste détectable. L'expression de la décorine indique que du tissu tendineux spécifique est formé [29]. De plus, elle contribue à la stabilisation de la structure du collagène en formant des ponts entre les fibrilles de collagène et en agissant sur la fibrillogenèse (en inhibant la formation de collagène de type I) [29]. Elle régule également l'activité du *tumor growth factor* β (TGF β) [29].

Comme la versicane, l'agrécan est une protéine de la MEC spécifique du cartilage. Ils sont présents au niveau de la partie osseuse de l'insertion tendineuse [29]. Les contraintes en compression stimulent la production d'agrécan [10] ; pour cette raison, il est surtout retrouvé en zone III [29]. L'agrécan a un énorme potentiel pour lier l'eau [29].

Le biglycane est une protéine de la MEC spécifique du tendon située uniquement dans la zone I de son site d'insertion [29]. Comme la décorine, la protéine biglycane forme des ponts entre les fibres de collagène, améliorant ainsi leur stabilité. Elle participe également à la structure de la MEC en influençant la fibrillogenèse.

Une matrice tridimensionnelle stable

La première matrice se développant durant la cicatrisation tissulaire est le caillot sanguin. Sa formation résulte de l'hémostase. Avec une structure primaire de fibrine polymérisée, les caillots sanguins servent de matrice temporaire pour la migration cellulaire et la sécrétion de facteurs de croissance [21]. Cinq jours après une réparation, les fibroblastes migrent le long de la fibrine à l'endroit de la réinsertion. Par la suite, ils remplacent la fibrine par du collagène de type I et d'autres protéines de la MEC [21]. Il en résulte une transformation des fibroblastes en myofibroblastes. Ceux-ci se contractent jusqu'à ce que leurs pseudopodes touchent des protéines de la MEC comme la fibronectine ou le collagène. À la fin de ce processus, il s'ensuit une apoptose des myofibroblastes.

Comme la matrice n'est pas capable de supporter la charge mécanique, différentes matrices tissulaires biologiques sont progressivement arrivées sur le marché au cours des 2 dernières années. Ces matrices tissulaires tridimensionnelles ont un rôle de support mécanique temporaire et subissent ensuite une résorption, régénération ou encapsulation durant le processus de cicatrisation. Par conséquent, elles doivent être résorbables et/ou faites de matériel naturel (derme, sous-muqueuse intestinale). Il existe deux types de matrice tissulaire biologique, celles d'interposition et celles de renfort. Aujourd'hui, ces matrices tissulaires biologiques restent très onéreuses (1000–2000 €) et leur rôle pour le renforcement d'une rupture de la CDR semble plutôt faible. Les études cliniques retrouvent un taux d'échec important ainsi qu'un taux important d'effets secondaires comme une inflammation chronique.

Cytokines, facteurs de régulation et de croissance

Alors que le terme « facteurs de croissance » implique un effet positif sur la division cellulaire, les termes « facteur de régulation » ou « cytokine » sont plus généraux. Comme, dans la littérature sur les phénomènes de cicatrisation, le terme de « facteur de croissance » est utilisé couramment, nous utiliserons ce terme par la suite afin de simplifier nos propos. Les facteurs

de croissance fonctionnent généralement comme des molécules signal, qui se lient via des récepteurs spécifiques à la surface de cellules cibles et provoquent un effet donné. Les facteurs de croissance qui agissent de manière positive ont un effet sur les protéines soit par stimulation de l'anabolisme, soit par inhibition du catabolisme.

Métalloprotéases matricielles

Actuellement, encore plus que le rôle des facteurs de croissance, le rôle des métalloprotéases matricielles (MMP) suscite un grand intérêt dans le processus de cicatrisation de la CDR. Les MMP forment la MEC ainsi que le tissu conjonctif. Normalement, il existe un équilibre entre les MMP et les inhibiteurs naturels. Un déséquilibre peut entraîner une dégénérescence tendineuse et une rupture de la CDR. Sur des modèles animaux, les MMP sont élevées jusqu'à 4 semaines après la réparation tendineuse. À ce jour, peu de données montrent une influence des MMP sur la néovascularisation. Les investigations sur la MMP de type membranaire 1 (MT1-MMP) semblent très intéressantes. La MT1-MMP joue un rôle essentiel dans le développement embryonnaire du tissu musculosquelettique et semble avoir une influence sur l'ossification enchondrale. Le second effet positif de la MT1-MMP est la régulation positive de la COX2. Cette dernière facilite la régénération et est connue pour avoir un rôle déterminant dans la cicatrisation os-tendon [1]. C'est toujours pour le moment l'objet d'intenses recherches.

D'autre part, les MMP sont inhibées expérimentalement par la doxycycline. Ceci conduit à un tissu cicatriciel de meilleure qualité biomécanique [2]. Les MMP peuvent également être inhibées par les α_2 -macroglobulines. Il en résulte une meilleure organisation du collagène, une augmentation de la formation des fibres cartilagineuses ainsi qu'une diminution de la dégradation du collagène. Cependant, ces résultats ne semblent pas influencer les caractéristiques biomécaniques.

Facteurs de croissance

Les facteurs de croissance peuvent être produits à partir de cellules intrinsèques ou extrinsèques [25]. Il existe un effet dose-dépendant et leur action nécessite leur liaison sur des récepteurs spécifiques correspondants [25]. Les facteurs de croissance apparaissent chronologiquement plus précocement à la jonction myotendineuse qu'à son extrémité distale ou au niveau de la réinsertion [20]. Ils sont néanmoins plus longtemps mesurables au niveau de la réparation.

Une raison expliquant l'absence, au début, de facteurs de croissance au niveau du moignon tendineux distal peut être la sous-perfusion de cette « zone critique » [20]. Würigler-Hauri et al. [33] ont démontré que la plupart des facteurs de croissance ont retrouvé leur niveau plancher après seulement 4 semaines. Les seuls facteurs encore stimulés à ce stade sont ceux spécifiques de la phase de remodelage tendineux. Ceci pourrait s'expliquer par l'augmentation contemporaine de la mise en charge du tendon et soutiendrait le concept de l'influence de la mobilisation et de la mise en contrainte, sur la cicatrisation tendon-os [33].

Dans le processus de cicatrisation tendon-os, les facteurs de croissance les plus importants sont : *bFGF*, *IGF1*, *PDGF*, *TGF β* et *VEGF*.

Le bFGF est produit par les leucocytes mais aussi par les ténocytes et les fibroblastes [25]. Ce facteur demeure fortement induit durant tous les processus de cicatrisation ; cependant, son pic se situe entre les 7^e et 9^e jours. Le bFGF est particulièrement important durant les phases prolifératives et de remodelage [20,25,33]. Le bFGF est un puissant stimulateur de l'angiogenèse ainsi que de la prolifération des fibroblastes [25,33]. De plus, il stimule la production de collagène de type III, la sécrétion de collagénase par les fibroblastes, la prolifération des endothéliocytes, deux facteurs importants de l'angiogenèse. Le bFGF a également un effet inhibiteur sur la production de procollagène de type I [25]. Un second pic de concentration autour de la 8^e semaine peut être le signe d'une nouvelle prolifération de ténocytes [33].

L'IGF1 est sécrété localement aussi bien par les kératinocytes que par les ostéoblastes ou les fibroblastes [18]. Ce facteur de croissance est présent immédiatement après la réparation tendineuse. Ceci suggère une origine hématogène à l'IGF1 [20]. Son pic de concentration se situe après 3 semaines [25] et il a un rôle important lors de toutes les phases de cicatrisation, en particulier durant les phases inflammatoires, de prolifération et de remodelage [20,25]. Par une boucle de rétrocontrôle négatif, l'IGF1 inhibe la migration des cellules inflammatoires durant la phase inflammatoire [25]. Son action conjointe avec le PDGF-BB consiste en la stimulation de la prolifération et de la migration des fibroblastes et autres cellules locales [18,20,25]. Durant la phase de remodelage, l'IGF1 augmente la production de collagène et d'autres protéines de la MEC [25]. L'IGF1 extracellulaire est fixé aux protéines et possède une mémoire extracellulaire. Ceci permet donc une réponse immédiate à un événement par découplage enzymatique [20,25].

Le PDGF est synthétisé et sécrété essentiellement par les plaquettes mais aussi par les macrophages, les

endothélicytes, les fibroblastes et les kératinocytes [18]. Avec l'IGF1, c'est l'un des premiers facteurs de croissance présents après une lésion [18]. Le PDGF joue en particulier un rôle important au stade précoce du processus de cicatrisation. Il stimule et régule la synthèse d'autres facteurs de croissance (exemples : IGF1, TGF β_1) [20,25,33]. Plus tardivement, le PDGF influence le remodelage en stimulant d'une part la production de collagène (de type I) et de protéines non collagéniques (exemple : fibronectine) [18,25,33], et d'autre part la migration et la prolifération des fibroblastes et des endothélicytes [18].

L'étude des ligaments et tendons normaux retrouve un faible marquage de TGF β . Cependant, celui-ci est produit par pratiquement toutes les cellules impliquées dans les phénomènes de cicatrisation [18,25]. Avec l'IGF1, il est libéré très rapidement à l'endroit de la lésion. Ceci est favorable à une origine hématogène du TGF β [20]. Le TGF β_1 reste fortement induit durant les 8 premières semaines [25,33] et est actif durant presque toutes les phases de la cicatrisation tendineuse [20,25]. Le TGF β_1 influence la migration des cellules extrinsèques, la régulation des protéinases, l'interaction des connexions de fibronectine, la fin de la prolifération cellulaire (en particulier des fibroblastes en synergie avec le PDGF-AB) et enfin la production de collagène de types I et III [18,25,33].

Le TGF β_3 joue un rôle essentiel dans le processus fœtal de guérison non cicatriciel. Il reste indétectable lors de la cicatrisation chez l'adulte [10]. Le TGF β_3 pourrait cependant, dans le futur, avoir un rôle important dans la régénération d'une insertion os-tendon.

Le VEGF est sécrété par les polynucléaires neutrophiles, les plaquettes, les kératinocytes, les ténocytes et les astrocytes [18]. La production et la sécrétion de VEGF sont stimulées par d'autres facteurs de croissance (PDGF, bFGF, TGF β), des interleukines et l'hypoxie [18,25]. Le taux de VEGF est maximal au 7^e jour puis décroît jusqu'au 21^e jour [25]. Le VEGF est actif essentiellement après la phase inflammatoire, durant les phases prolifératives et de remodelage, et agit en stimulant l'angiogenèse des vaisseaux péri- et intratendineux [18,25]. Il stimule la sécrétion d'autres facteurs de croissance comme le bFGF [18].

Interactions des différents acteurs de la cicatrisation

La disposition tissulaire du côté tendineux (collagène de type I, XII et décorine) ainsi que l'organisation tissulaire (orientation selon la direction de tension maximale du muscle) sont optimales, pour une charge, dans seulement une direction. Du côté osseux, les compo-

sants (collagène de types II, IX et X ; agrécanes) et la structure (disposition « accidentelle » du collagène) sont optimisés pour transmettre les forces complexes multidirectionnelles s'exerçant à proximité de l'os. La cicatrisation de la CDR nécessite l'interaction permanente des facteurs de croissance mentionnés ci-dessus selon la séquence de pic de croissance suivante : TGF β , IGF1, bFGF et PDGF [20]. Dans le développement de l'insertion de la CDR, il se forme les quatre zones déjà décrites alors qu'après une réparation d'une lésion de la CDR, un tissu cicatriciel de moins bonne qualité prend place au niveau de l'interface tendon-os. Cette cicatrisation se fait en cinq phases :

- phase post-traumatique immédiate ;
- phase inflammatoire ;
- phase proliférative ;
- phase de réparation ;
- phase de remodelage [25].

La phase post-traumatique immédiate dure 1 à 2 jours et débute comme la phase proliférative, le jour de la réinsertion tendineuse. La phase proliférative s'achève au bout de 3 à 5 jours. Elle est suivie de la phase de réparation qui dure du 4^e au 14^e jour. Enfin, le processus de cicatrisation finit par le remodelage du 14^e au 21^e jour.

Phase post-traumatique immédiate [25,32]

Immédiatement après la lésion, il se forme un caillot sanguin. Les leucocytes, lymphocytes et plaquettes, présents dans ce caillot, débute rapidement la libération de différents facteurs de croissance [25,32].

Phase inflammatoire [25,32]

Durant la phase inflammatoire, les cellules extrinsèques comme les macrophages et les polynucléaires neutrophiles envahissent le site de la réparation. Elles éliminent les tissus nécrotiques et, avec les cellules intrinsèques, produisent d'autres facteurs de croissance. Les études montrent qu'à cette phase, les plaquettes sécrètent principalement du PDGF et du TGF β et les macrophages du bFGF, TGF α , TGF β ainsi que du PDGF. À cette étape, la néovascularisation s'initie.

Phase proliférative [25,32]

Du fait de la libération de facteurs de croissance durant les phases post-traumatiques immédiate et inflammatoire, il y a une migration de fibroblastes extrinsèques

et une prolifération de ténocytes intrinsèques. Après seulement 1 semaine, les fibroblastes débutent la production de collagène et d'autres protéines matricielles. Durant la 2^e semaine, le caillot sanguin initial s'organise de plus en plus par prolifération cellulaire et désunion de la matrice. À ce stade, le taux de collagène au niveau de la lésion est élevé. Ce collagène est de moindre densité que d'habitude et la matrice est toujours désorganisée.

Phase de réparation [25]

Les fibroblastes, qui ont augmenté durant la phase proliférative, sont responsables de la production d'une nouvelle MEC. Cette MEC est principalement constituée de collagène et de glycosaminoglycanes.

Phase de remodelage

Cette phase de remodelage est marquée par une diminution du nombre de cellules et de la vascularisation [25]. La densité de collagène de type I augmente [25]. Les fibrilles de collagène sont alignées et liées par une nouvelle matrice à la place du tissu lésionnel [25,32]. Ce remodelage est contrôlé par des signaux biochimiques et biomécaniques. Cependant, la configuration originale de l'insertion os-tendon n'est jamais obtenue après réparation d'une lésion tendineuse.

Approche thérapeutique dans le contexte « d'ingénierie tissulaire »

Comme les techniques actuelles ne permettent pas d'obtenir d'une part une restauration physiologique de l'insertion de la CDR et de la qualité tendineuse distale, et d'autre part une insertion osseuse optimale [20], une nouvelle stratégie thérapeutique biologique est indispensable. Ces stratégies thérapeutiques ont pour but de créer un environnement optimal pour une restauration physiologique de l'unité musculo-tendineuse. Ces thérapies sont réunies sous le terme d'« ingénierie tissulaire » et regroupent les tissus matriciels biologiques, cellules et facteurs de croissance. Elles pourraient diminuer le taux d'échecs après réparation de la CDR.

Adjonction de facteurs de croissance dans les réparations de la coiffe des rotateurs

Une restauration optimale de l'insertion os-tendon devrait être l'objectif d'une réparation de la CDR, afin

d'assurer une bonne transmission de la charge du tendon à l'os. Cet objectif est plus probablement atteint en retrouvant les quatre zones du site d'insertion décrites ci-dessus. Comme nous l'avons déjà écrit, l'obtention d'une insertion tendineuse physiologique nécessite des cellules, une MEC fibrocartilagineuse avec du collagène de type I, II et X, des facteurs de croissance ainsi qu'une matrice tridimensionnelle agissant comme support de mémoire qui permet et induit la migration et la prolifération cellulaire. De nouvelles approches tendent à appliquer des matrices chargées en facteurs de croissance [19]. Les études expérimentales montrent l'effet d'un seul facteur de croissance. Cependant, les interactions entre les différents facteurs de croissance ne sont pas encore complètement comprises. Il est peu probable que l'application d'un facteur de croissance unique aboutisse au résultat désiré.

Pour créer les meilleures conditions possibles à la restauration physiologique de la CDR avec les facteurs de croissance disponibles aujourd'hui, les prérequis suivants sont nécessaires :

- une libération continue de facteurs de croissance ;
- des facteurs de croissance stimulant l'anabolisme ;
- des plaquettes et leucocytes ;
- une matrice temporaire stable.

Plasmas riches en plaquettes

Dans la littérature, la réinsertion de la CDR associée à l'utilisation de concentrés plaquettaires, notamment les plasmas riches en plaquettes (*platelet rich plasma* [PRP]), est largement discutée [36,38]. Il existe plusieurs types de PRP qui diffèrent dans leur manière de production, dans leur concentration en leucocytes (L-PRP avec leucocytes et P-PRP sans leucocytes) et dans la stabilité de leur matrice de fibrine [7,8]. Le PRP est un concentré riche en plaquettes produisant de nombreux facteurs de croissance localement. Randelli et al. [27] ont pu montrer, dans une étude randomisée en double insu, que la douleur est moins importante dans le groupe L-PRP en comparaison au groupe contrôle à 2 ans de recul. Ils ont également montré que la force en rotation externe est meilleure pour les petites ruptures et qu'après 3 mois les scores de Constant, SST (*simple shoulder test*) et SSV (*shoulder subjective value*) pourraient être améliorés.

Le problème avec les PRP est que les facteurs de croissance sont appliqués à une très forte dose pendant une période très courte. Une boucle de rétrocontrôle négatif, une dérégulation des récepteurs des cellules cibles ainsi qu'un effet inverse sont de possibles effets indésirables lorsqu'une concentration trop importante de tels facteurs est utilisée. De plus, les P-PRP ne contiennent pas de leucocytes, cellules importantes pour la

cicatrisation de la coiffe. Les leucocytes peuvent produire et sécréter des facteurs de croissance, en particulier le VEGF, pendant une longue période. Enfin, les PRP manquent d'une matrice 3D stable : en effet, la polymérisation secondaire aboutit à une polymérisation bilatérale et non équilatérale. Comme la matrice des PRP se désintègre rapidement, ils ne peuvent être utilisés comme matrice temporaire entre le tendon et l'os que pendant un court laps de temps [8].

Castricini et al. [5] ont récemment rapporté les résultats d'une étude prospective randomisée comparant les réparations de la CDR sous arthroscopie avec adjonction de PRF-M (*platelet-rich fibrin matrix*) sans leucocytes pour 43 patients et sans ajout de facteurs de croissance pour 45 patients. Au dernier recul, il n'y avait aucune différence entre les deux groupes en ce qui concerne le score de Constant ($p = 0,44$), le taux de cicatrisation à l'IRM ($p = 0,07$) et l'épaisseur du tendon ($p = 0,18$).

Fibrine riche en leucocytes et plaquettes

Contrairement au PRP, le *leukocyte platelet rich fibrin* (L-PRF) est une structure stable de fibrine riche en plaquettes et leucocytes dans laquelle les cellules ne sont pas endommagées [7]. Le L-PRF présente plusieurs avantages : sa production ne nécessite aucun additif, il est peu coûteux car il provient du sang du patient lui-même, il ne présente donc aucun risque de réaction à corps étrangers. Grâce à un très simple procédé de fabrication et à une préparation d'environ 20 minutes, le L-PRF est facilement produit durant l'intervention chirurgicale. Si le sang est centrifugé à faible vitesse, une matrice est générée. Celle-ci est optimale pour la migration et la prolifération cellulaires au moyen de la polymérisation primaire [6]. Dans des travaux encore non publiés, nous avons montré que le L-PRF est capable de relarguer des facteurs de croissance pendant plusieurs semaines par libération lente [36,38]. Le L-PRF possède donc les qualités requises pour la restauration d'une insertion tendineuse physiologique.

Notre approche thérapeutique : réinsertion arthroscopique de la coiffe des rotateurs utilisant le L-PRF

Pendant la préparation classique du tendon et du *footprint*, le L-PRF est obtenu par centrifugation du sang du patient au bloc opératoire pendant l'intervention. Une fois produit, le L-PRF est replié sur lui-même et

suturé avec un fil résorbable (figures 4a et 4b). Pour pouvoir inclure le L-PRF dans la réparation tendineuse, nous utilisons une technique de réinsertion de la CDR par double rangée. Après avoir placé une ou deux ancrs et sutures médiales (figure 5a), le L-PRF est amené au niveau du *footprint* à l'aide d'un fil tracteur passé au travers du moignon latéral de tendon (figures 5b et 5c). Ce L-PRF constitue un réservoir de facteur de croissance et une matrice entre le tendon et le *footprint*. Ensuite, le tendon est classiquement fixé par la rangée latérale d'ancres, emprisonnant le L-PRF entre le tendon et le *footprint* (« le sandwich est ainsi fermé ») [figures 5d et 5e]. L'excès de matrice est directement injecté avec une seringue au niveau du L-PRF.

Les premiers résultats de 30 réparations arthroscopiques par double rangée (15 patients dans le groupe avec L-PRF contre 15 patients dans le groupe sans L-PRF) retrouvent une augmentation significative, à 6 semaines postopératoires, de la vascularisation du site de réinsertion dans le groupe avec L-PRF [40]. Aucune différence de vascularisation n'est retrouvée dans les deux groupes après 3 mois. En ce qui concerne le taux de cicatrisation tendineuse, celui-ci est légèrement meilleur dans le groupe L-PRF sans pour autant que cette différence soit statistiquement significative (figure 6). La question de savoir si une différence significative aurait été retrouvée dans le cas où un nombre plus important de patients avait été inclus reste

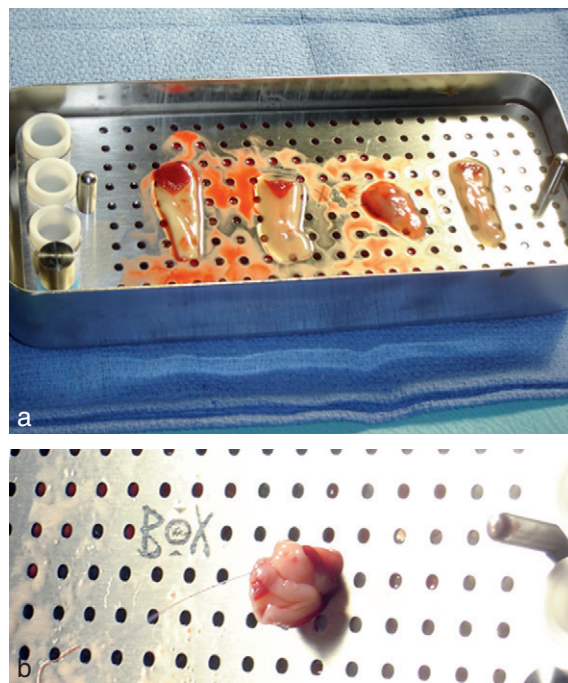


Figure 4. Après préparation dans une boîte (a), le culot de L-PRF est replié sur lui-même et suturé à l'aide d'un fil résorbable de PDS 4-0 (b).

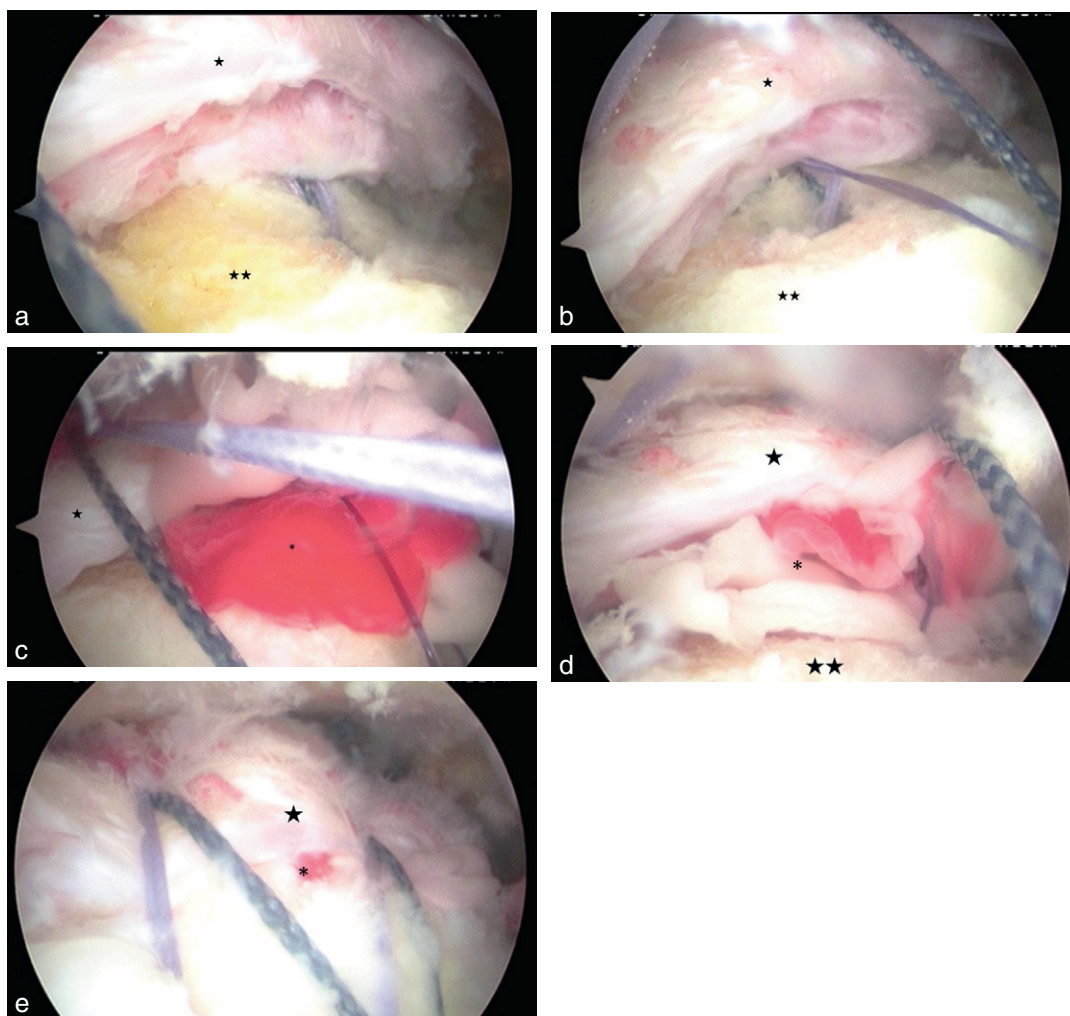


Figure 5. Durant la réparation de la coiffe (a-e), le culot de L-PRF (*) est amené entre le tendon de la coiffe des rotateurs (étoile) et l'os (double étoile). Ensuite, la coiffe est fixée par la rangée latérale sur la face latérale de l'humérus.

ouverte. Toujours est-il que de nouvelles études sont nécessaires pour confirmer l'utilité de tels procédés.

Conclusion

L'un des facteurs majeurs d'échec de la cicatrisation après réparation de la CDR est l'âge des patients : le taux de cicatrisation diminue au fur et à mesure que l'âge des patients augmente. Cela traduit probablement une diminution des capacités cicatricielles liée au vieillissement tendineux. À ce titre, l'adjonction de facteurs de croissance (PRP ou PRF) dans les réparations de la CDR constitue une piste de recherche intéressante, mais dont l'intérêt clinique reste à démontrer. À ce jour, l'effet bénéfique du PRP et du L-PRF observé sur le tendon au laboratoire ne s'est pas traduit par un effet bénéfique pour la réparation de la CDR en pratique clinique. Plusieurs raisons permettent d'expli-

quer pourquoi nous sommes encore aujourd'hui loin de toucher au but avec les facteurs de croissance :

- il y a peu d'informations disponibles concernant la concentration optimale de plaquettes permettant la cicatrisation des tissus ;
- il existe une grande variabilité entre les différents systèmes commerciaux proposés pour obtenir des facteurs de croissance : tous les PRP/PRF ne sont pas équivalents et « le monde des facteurs de croissance proposés en chirurgie constitue une véritable jungle de produits commerciaux aux effets peu clairs ! ... » [8] ;
- il existe une grande variété de réponses entre les patients : le taux de plaquettes varie d'un patient à un autre, et même d'un jour à l'autre selon les individus ;
- il existe une grande variabilité de la réponse biologique et il ne faut pas perdre de vue que la cicatrisation tendineuse est obtenue par formation d'un tissu cicatriciel et non pas par obtention d'une véritable

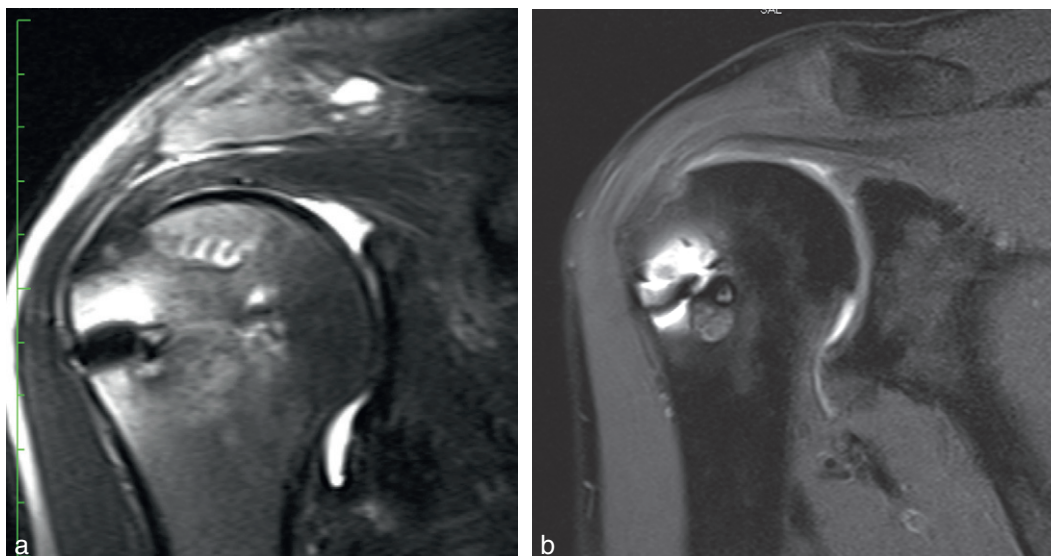


Figure 6. Cicatrisation complète dans une réparation par double rangée avec (a) et sans (b) L-PRF.

régénération tendineuse : pourquoi alors vouloir appliquer plus de facteurs de croissance que nécessaire pour obtenir un tissu cicatriciel ? ...).

Les facteurs de croissance (PRP /PRF) ne permettent pas de déclencher les signaux cellulaires et moléculaires

capables de conduire à la formation d'un tissu de régénération. De nombreux travaux sont encore nécessaires pour déterminer et mesurer la quantité et la cinétique du matériel biologique délivré à chaque patient.

RÉFÉRENCES

- [1] Annabi B, Laflamme C, Sina A, Lachambre MP, Beliveau R. A MT1-MMP/NF-kappaB signaling axis as a checkpoint controller of COX-2 expression in CD133+U87 glioblastoma cells. *J Neuroinflammation* 2009; 6 : 8.
- [2] Bedi A, Fox AJ, Kovacevic D, Deng XH, Warren RF, Rodeo SA. Doxycycline-mediated inhibition of matrix metalloproteinases improves healing after rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38(2) : 308–17.
- [3] Butler DL, Juncosa-Melvin N, Boivin GP, Galloway MT, Shearn JT, Gooch C, et al. Functional tissue engineering for tendon repair : a multidisciplinary strategy using mesenchymal stem cells, bioscaffolds, and mechanical stimulation. *J Orthop Res* 2008; 26(1) : 1–9.
- [4] Carpenter JE, Thomopoulos S, Flanagan CL, DeBano CM, Soslowsky LJ. Rotator cuff defect healing : a biomechanical and histologic analysis in an animal model. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7(6) : 599–605.
- [5] Castricini R, Longo UG, De Benedetto M, Panfoli N, Pirani P, Zini R, et al. Platelet-rich plasma augmentation for arthroscopic rotator cuff repair : a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011; 39(2) : 258–65.
- [6] Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, Girard MO, Schoeffler C, Dohan SL, et al. Platelet-rich fibrin (PRF) : a second-generation platelet concentrate. Part I : technological concepts and evolution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 101(3) : e37–44.
- [7] Dohan Ehrenfest DM, Del Corso M, Diss A, Mouhyi J, Charrier JB. Three-dimensional architecture and cell composition of a Choukroun's platelet-rich fibrin clot and membrane. *J Periodontol* 2010; 81(4) : 546–55.
- [8] Dohan Ehrenfest DM, Rasmusson L, Albrektsson T. Classification of platelet concentrates : from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends Biotechnol* 2009; 27(3) : 158–67.
- [9] Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff : assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8(6) : 599–605.
- [10] Galatz L, Rothermich S, Vanderploeg K, Petersen B, Sandell L, Thomopoulos S. Development of the supraspinatus tendon-to-bone insertion : localized expression of extracellular matrix and growth factor genes. *J Orthop Res* 2007; 25(12) : 1621–8.
- [11] Gerber C, Meyer DC, Frey E, von Reichenberg B, Hoppeler H, Frigg R, et al. Neer Award 2007 : Reversion of structural muscle changes caused by chronic rotator cuff tears using continuous musculotendinous traction. An experimental study in sheep. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18(2) : 163–71.
- [12] Gerber C, Schneeberger AG, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994; 76(3) : 371–80.
- [13] Gerber C, Schneeberger AG, Perren SM, Nyffeler RW. Experimental rotator cuff repair. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81(9) : 1281–90.
- [14] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and post-

- perative evaluation by CT scan. *Clin Orthop* 1994; (304) : 78–83.
- [15] Goutallier D, Postel JM, Lavau L, Bernageau J. Impact of fatty degeneration of the supraspinatus and infraspinatus muscles on the prognosis of surgical repair of the rotator cuff. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 1999; 85(7) : 668–76.
- [16] Gulotta LV, Kovacevic D, Ehteshami JR, Dagher E, Packer JD, Rodeo SA. Application of bone marrow-derived mesenchymal stem cells in a rotator cuff repair model. *Am J Sports Med* 2009; 37(11) : 2126–33.
- [17] Hirose K, Kondo S, Choi HR, Mishima S, Iwata H, Ishiguro N. Spontaneous healing process of a supraspinatus tendon tear in rabbits. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004; 124(6) : 374–4347.
- [18] Hsu C, Chang J. Clinical implications of growth factors in flexor tendon wound healing. *J Hand Surg [Am]* 2004; 29(4) : 551–63.
- [19] Karaoglu S, Fisher MB, Woo SL, Fu YC, Liang R, Abramowitch SD. Use of a bioscaffold to improve healing of a patellar tendon defect after graft harvest for ACL reconstruction : a study in rabbits. *J Orthop Res* 2008; 26(2) : 255–63.
- [20] Kobayashi M, Itoi E, Minagawa H, Miyakoshi N, Takahashi S, Tuoheti Y, et al. Expression of growth factors in the early phase of supraspinatus tendon healing in rabbits. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15(3) : 371.
- [21] Laurens N, Koolwijk P, de Maat MP. Fibrin structure and wound healing. *J Thromb Haemost* 2006; 4(5) : 932–9.
- [22] Matyas JR, Anton MG, Shrive NG, Frank CB. Stress governs tissue phenotype at the femoral insertion of the rabbit MCL. *J Biomech* 1995; 28(2) : 147–57.
- [23] Mazzocca AD, McCarthy MB, Chowanec DM, Cote MP, Arciero RA, Drissi H. Rapid isolation of human stem cells (connective tissue progenitor cells) from the proximal humerus during arthroscopic rotator cuff surgery. *Am J Sports Med* 2010; 38(7) : 1438–47.
- [24] Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77(2) : 296–8.
- [25] Molloy T, Wang Y, Murrell G. The roles of growth factors in tendon and ligament healing. *Sports Med* 2003; 33(5) : 381–94.
- [26] Neer Jr CS. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1983; (173)70–7.
- [27] Randelli P, Arrigoni P, Ragone V, Aliprandi A, Cabitza P. Platelet rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair : a prospective RCT study, 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20(4) : 518–28.
- [28] Rothman RH, Parke WW. The vascular anatomy of the rotator cuff. *Clin Orthop Relat Res* 1965; 41 : 176–86.
- [29] Thomopoulos S, Hattersley G, Mertens LRM, Galatz L, Williams G, Soslowsky L. The localized expression of extracellular matrix components in healing tendon insertion sites : an in situ hybridization study. *J Orthop Res* 2002; 20(3) : 454–63.
- [30] Uthoff HK, Sano H, Trudel G, Ishii H. Early reactions after reimplantation of the tendon of supraspinatus into bone. A study in rabbits. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82(7) : 1072–116.
- [31] Uthoff HK, Seki M, Backman DS, Trudel G, Himori K, Sano H. Tensile strength of the supraspinatus after reimplantation into a bony trough : an experimental study in rabbits. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11(5) : 504–9.
- [32] Woo SL, Hildebrand K, Watanabe N, Fenwick JA, Papageorgiou CD, Wang JH. Tissue engineering of ligament and tendon healing. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 367(Suppl.) : S312–23.
- [33] Wurgler-Hauri ML, Dourte LM, Baradet TC, Williams GR, Soslowsky LJ. Temporal expression of 8 growth factors in tendon-to-bone healing in a rat supraspinatus model. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(5 Suppl. 1) : S198.
- [34] Yadav H, Nho S, Romeo A, MacGillivray JD. Rotator cuff tears : pathology and repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009; 17(4) : 409–21.
- [35] Yuan J, Murrell GAC, Wei A-Q, Wang M-X. Apoptosis in rotator cuff tendonopathy. *J Orthop Res* 2002; 20(6) : 1372–9.
- [36] Zumstein M, Bielecki T, Dohan Ehrenfest DM. The future of platelet concentrates in sports medicine : platelet-rich plasma, platelet-rich fibrin, and the impact of scaffolds and cells on the long-term delivery of growth factors. *Oper Techn Sports Med* 2011; 2 : 1–8.
- [37] Zumstein M, Meyer D, Frey E, et al. Muscle atrophy and quality of results [Muskelatrophie und Ergebnisqualität]. In : Brunner U, éditeur. *Spezialgebiete aus der Schulter- und Ellenbogenchirurgie 2*. Steinkopff : Brunner; 2007. p. 113.
- [38] Zumstein MA, Berger S, Schober M, et al. Leucocyte and platelet rich fibrin (L-PRF) for long-term delivery of growth factor in rotator cuff repair : preliminary results, review and future directions. *Curr Pharm Biotechnol* 2011 [à paraître].
- [39] Zumstein MA, Jost B, Hempel J, Hodler J, Gerber C. The clinical and structural long-term results of open repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(11) : 2423–31.
- [40] Zumstein MA, Rumian A, Lesbats V, Trojani C, Boileau P. A new technique of biologic augmentation in repair of chronic rotator cuff tears with autologous platelet rich fibrin (PRF) : vascularization response and tendon in a prospective randomized trial. Présenté au congrès de l'American Academy of Orthopedic Surgeons, La Nouvelle-Orléans : 2010.

Réparation chirurgicale des ruptures de coiffe : du ciel ouvert à l'arthroscopie

D. MOLÉ¹, C. DEZALY¹

RÉSUMÉ

Un siècle s'est écoulé depuis la première description, par Codman, des réparations de la coiffe des rotateurs. Pendant plus de 80 ans, les chirurgiens se sont concentrés sur la précision des indications et l'optimisation des techniques chirurgicales à ciel ouvert. En 20 ans, l'arthroscopie a balayé le paysage et les réparations arthroscopiques monopolisent aujourd'hui les pratiques et les analyses biomécaniques ou cliniques.

Les auteurs s'attachent à analyser les raisons de ce bouleversement. Les résultats après chirurgie arthroscopique ne sont pas meilleurs mais semblent plus rapidement acquis avec un meilleur confort pour le patient et, surtout, un risque moindre de complications. Peu d'études comparatives permettent d'évaluer avec précision, dans des indications identiques, le résultat des deux techniques. L'attention est attirée sur le respect, en arthroscopie, des principes fondamentaux de la chirurgie réparatrice de la coiffe tendineuse, préalablement décrits. Le taux de ruptures itératives demeure préoccupant ; il n'est pas dépendant de la technique de réinsertion mais appartient à l'histoire naturelle de cette maladie tendineuse. Cette constatation doit ouvrir la voie à de nouvelles recherches.

Mots-clés : Rupture de coiffe. – Chirurgie à ciel ouvert. – Réparation arthroscopique.

ABSTRACT – ROTATOR CUFF REPAIR: FROM OPEN SURGERY TO ARTHROSCOPY

100 years ago, Codman described for the first time the surgical repair of cuff tear. During 80 years, surgeons focused on indications and optimal technique of repair with open surgery. During the last 20 years, arthroscopic repair took the place of open surgery and is today the only considered technique as well as the only subject of biomechanic and clinical studies.

The authors try to analyze the reasons of this sudden modification of our daily practice. The results after arthroscopic repair are not better than those observed after open surgery but recovery seems quicker and the rate of complications is lower. We have only a few comparative studies available between the two techniques, allowing to define precise indications of both. We must try to focus on the respect, in arthroscopy, of the fundamentals and basics concepts of tendon surgery. The rate of recurrence of the tear remains a concern and is not influenced by the repair technique. Research must continue in order to emphasize the success rate.

Keywords: Cuff tear. – Open surgery. – Arthroscopic repair.

Introduction

Un siècle s'est écoulé depuis que, en 1911, Codman [13] a décrit la technique de réparation chirurgicale des ruptures de coiffe, rapportant les deux premiers cas de sa carrière au cours de laquelle il effectua 38 réparations... Depuis, d'innombrables auteurs se sont attachés à décrire et à classer les ruptures de coiffe,

leurs étiologies, leurs symptômes et leurs indications thérapeutiques. Durant 80 ans, les études portèrent sur la chirurgie à ciel ouvert tandis qu'au cours des 20 dernières années, l'attention se porta principalement sur les réparations arthroscopiques. C'est au spectaculaire bouleversement que constitue le passage, en quelques années, du « tout ouvert » au « tout arthroscopique » que nous voulons consacrer ces quelques lignes.

¹Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermine, 54000 Nancy, France.

Historique et technique

Chirurgie à ciel ouvert

Son développement fut émaillé d'un débat contradictoire entre les partisans de la théorie intrinsèque [60, 65] (origine dégénérative et microtraumatique des ruptures) et ceux de la théorie extrinsèque, au premier rang desquels figurent Neer [52] et son concept de « l'impingement syndrome ». Au final, tous s'accorderont cependant pour associer, dans le même geste opératoire, une acromioplastie décompressive à la réparation tendineuse.

La voie d'abord utilisée fut longtemps une variante de la voie en épaulette décrite par MacLaughlin en 1944 [44]. Plus tard, les difficultés d'exposition de la coiffe postéro-supérieure conduisirent certains à préférer la voie antéro-supérieure initialement décrite par MacKenzie [43], voire la voie transacromiale [16]. Les partisans de l'acromionectomie [28, 29] totale furent rapidement décriés ; Didier Patte en garda cependant la notion d'une amélioration de l'exposition par une résection osseuse large et proposa la grande libération antérieure (GLA) qui comportait une acromioplastie large et une résection acromio-claviculaire [56]. Au fil du temps et de la recherche de la technique optimale, des points cruciaux se dégagèrent, qu'il convient de garder en mémoire [49].

- Préalablement à sa réinsertion, le moignon tendineux doit être libéré de ses adhérences (figure 1), par effondrement de la bourse sous-acromiale mais également par capsulotomie juxtaglénodienne à sa face inférieure, par ouverture du *rotator interval* et section du ligament coraco-huméral, voire par ouverture de

l'intervalle postérieur entre supra- et infra-épineux qui conduit à l'identification d'un lambeau de supra-épineux susceptible d'être ramené au trochiter. Certains allèrent jusqu'à recommander la désinsertion musculaire au bord latéral de la scapula [16]. La résection de la partie nécrosée du moignon distal n'a jamais fait la preuve de son efficacité et a été rapidement abandonnée.

- La qualité tissulaire et la configuration de la rupture doivent être précisées avant réinsertion, par la mise en place de sutures de traction au travers du moignon tendineux, par l'apposition du tendon au trochiter et par des mouvements de rotation de la tête humérale.
- Le passage des sutures au travers du tendon (figure 2) est apparu comme le point faible de la réinsertion. Aux points simples, furent rapidement préférés les points en U [66] ou les points de Mason-Allen [23].
- Les études biomécaniques montrèrent assez tôt que les sutures transosseuses offraient une meilleure résistance à la traction que les ancres ou les agrafes.
- La réinsertion dans une tranchée (figures 3, 4) permet probablement de diminuer le taux de ruptures itératives, comparativement à la simple application du moignon tendineux sur le trochiter avivé [1]. La médialisation de la réinsertion, avec empiètement sur le rebord cartilagineux, n'a pas de conséquence fonctionnelle dès lors qu'elle n'excède pas 5 mm. Pour Gerber, le second point faible de la suture, après la prise des sutures dans le tendon, est l'ancrage des fils à la face latérale du trochiter, qu'il n'hésite pas à renforcer par l'adjonction d'une plaque métallique [23].

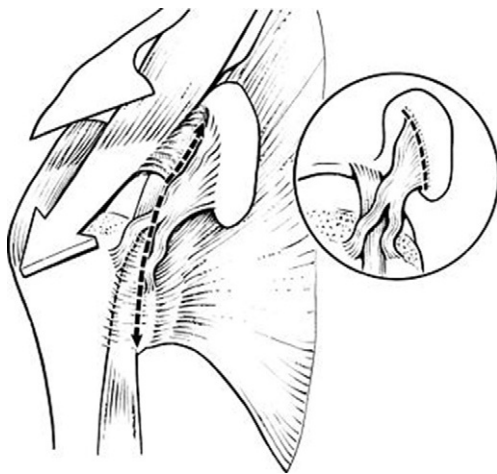


Figure 1. Libération du tendon : ouverture de l'intervalle des rotateurs et de la gouttière bicipitale ; en encadré, section de l'insertion coracoïdienne du ligament coracohuméral.

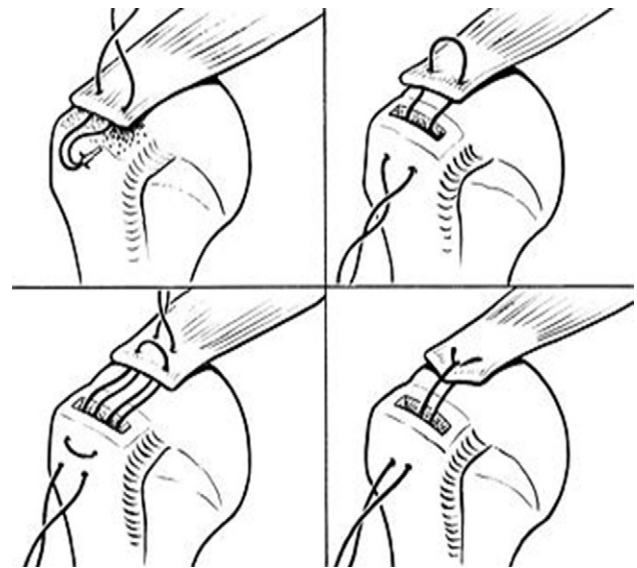


Figure 2. Mode de prise des fils dans le tendon : points simples sur ancre métallique, points en U, doubles points en U croisés, points de Mason-Allen.



Figure 3. Préparation du trochiter par tranchée osseuse (image de droite) ou avivement simple.



Figure 4. Vue peropératoire : tranchée osseuse.

- La tension des sutures est soigneusement prise en considération en fin d'intervention ; elle guide les suites opératoires, la décision du maintien sur une attelle d'abduction et les modalités de la rééducation. Dans les ruptures rétractées, toute l'attention sera portée sur les effets de la réinsertion sur le nerf subscapulaire qui, pour certains, devra être préalablement exploré par EMG et faire l'objet, au moindre doute, d'une neurolyse [36, 67].

L'avènement de l'arthroscopie, dont les avantages sont indéniables, a, en quelques années, balayé toutes ces considérations et révolutionné la prise en charge des ruptures de coiffe en deux étapes.

Chirurgie mini-invasive ou « mini-open surgery »

Les réparations de coiffe par « mini-open » ou réparation de coiffe assistée par arthroscopie marquent la première étape de la transition entre la chirurgie à ciel ouvert et l'arthroscopie. La technique a été décrite initialement par Levy [40], puis validée secondairement par Paulos et Kody [57]. L'intervention débute sous arthroscopie permettant une exploration plus précise des lésions. Miller et Savoie [48] ont montré une incidence de 64 % de lésions intra-articulaires diagnostiquées grâce à l'arthroscopie lors de la réparation de rupture de coiffe par technique « mini-open ».

Les surfaces articulaires, le bourrelet glénoïdien, le tendon du long biceps sont successivement explorés, de même que la coiffe des rotateurs et sa rupture. Le moignon tendineux est libéré ; la coiffe est décom-

primée par acromioplastie arthroscopique. Un ou deux fils de traction sont passés au travers du tendon rompu, à l'aide d'une instrumentation dédiée. La réparation peut alors se faire à ciel ouvert, par une voie latéro-acromiale, permettant de dissocier les fibres du deltoïde, d'aviver le trochiter et de mettre en place des points de suture transosseux.

L'importance de l'utilisation respective de l'arthroscopie et du ciel ouvert est variable et fonction de l'expérience du chirurgien.

La technique mini-open permet d'éviter la désinsertion du deltoïde à l'acromion et donc facilite la rééducation postopératoire. Néanmoins, les fibres musculaires sont largement écartées, le plus souvent par un écarteur autostatique et le traumatisme musculaire demeure.

Chirurgie arthroscopique

Johnson fut le premier à réaliser une réparation du supraspinatus sous arthroscopie [34] par la mise en place d'agrafes en 1985. C'est Wolf, en 1989, qui revendique la réalisation de la première réinsertion du supraspinatus par arthroscopie au moyen d'ancres [71]. Comme pour la chirurgie à ciel ouvert, les techniques se sont améliorées avec le temps. Ce qui apparaissait il y a encore 20 ans comme un exploit technique est aujourd'hui devenu une intervention routinière, en particulier grâce au développement de matériel spécifique.

Les conditions d'anesthésie sont primordiales pour réaliser une suture de qualité. La tension artérielle de l'opéré doit être parfaitement contrôlée afin de minimiser le saignement peropératoire et de faciliter la vision. Des bistouris électriques arthroscopiques facilitent l'hémostase. Les arthropompes ainsi que les canules de travail permettent de contrôler la pression du liquide de perfusion intra-articulaire, toujours dans le but de limiter le saignement.

Des fils dits « incassables » sont apparus sur le marché (Fiberwire, Orthocord, Ultrabraid, Maxbraid, etc.), plus résistants que ceux qui étaient utilisés à ciel ouvert [2, 42].

En arthroscopie, l'utilisation d'ancres est quasi inévitable. Les tranchées osseuses réalisées à ciel ouvert sont abandonnées au profit d'un simple avivement du trochiter. Les laboratoires ont développé des ancres résorbables, vissées, impactées, sans nœuds, de différents diamètres. De multiples études biomécaniques ont comparé leur résistance à l'arrachement [2-4]. Les principales conclusions qui ressortent de ces études sont que les ancres vissées sont plus résistantes que les ancres impactées et que les ancres résorbables sont moins résistantes que les autres. Le diamètre est éga-

lement important : pour les ancrs vissées, plus elles sont grosses et plus elles sont résistantes. À l'inverse, pour les ancrs impactées, plus le méchage est gros et moins les ancrs sont résistantes. Plus récemment, des ancillaires qui permettent des sutures transosseuses sous arthroscopie sont apparus. Leur utilisation est toujours en cours d'évaluation.

Enfin, de nombreuses pinces ont été conçues pour faciliter le passage du fil dans le tendon, permettant de réaliser des points simples, en U, de haubanage, etc.

La technique opératoire a également évolué. Plusieurs points importants doivent être soulignés.

Habituellement, quatre voies sont nécessaires (figure 4) : une voie postérieure, antéro-latérale, latéro-acromiale et antéro-médiale. Contrairement à la chirurgie ouverte, les voies d'abord peuvent être multipliées « à la carte », sans préjudice pour le patient.

L'avivement du trochiter doit respecter l'os sous-chondral afin d'augmenter la résistance de l'ancre à l'arrachement. Les ancrs doivent être insérées à 45 ° par rapport à l'axe de traction de la coiffe selon les recommandations de Burkhart [9].

Une attention particulière doit être portée aux fils de suture présents dans l'articulation [54] afin d'éviter qu'ils s'emmêlent.

Les techniques de réinsertion de coiffe sous arthroscopie ont progressé en 20 ans. Les progrès réalisés sont surtout liés au développement du matériel et à la facilitation technique plus qu'à une réelle évaluation scientifique. À l'époque du « ciel ouvert », chaque modification technique était validée par des études cliniques à un recul suffisant ; l'époque des réparations arthroscopiques est marquée par des nouveautés presque quotidiennes qui s'appuient parfois sur des études biomécaniques mais sont rarement validées cliniquement. Chaque année, de nouvelles ancrs et de nouvelles modalités de suture (simple rang, double rang, suture transosseuse) sont décrites et proposées sans qu'aucune n'ait fait la preuve de l'amélioration des résultats qu'elle permet. On peut considérer que le bouleversement que constitue l'avènement des réparations arthroscopiques, dont il sera principalement question dans cet ouvrage aurait pu, ou dû, se faire sur la base d'une amélioration des résultats ; nous allons voir qu'il n'en est rien.

Résultats

À moyen terme

D'innombrables publications ont permis de préciser les résultats de la chirurgie de la coiffe des rotateurs.

En 1985, une méta-analyse de Cofield [14] retrouvait 87 % de bons et de très bons résultats sur 60 séries de réparations à ciel ouvert publiées.

En France, le symposium de la SOFCOT de 1998 sur les ruptures de coiffe fait encore aujourd'hui référence [1] : 671 patients opérés d'une rupture de coiffe y ont été revus, 91 % de ces patients étaient contents ou très contents du résultat obtenu. La grande hétérogénéité des lésions constatées rendant les interprétations difficiles, les patients ont été étudiés en sous-groupes ; 80 présentaient une rupture distale isolée du supraspinatus avec un score de Constant postopératoire moyen de 80/100. Il est de 70/100 chez les patients avec une rupture des supra- et infraspinatus.

Ce taux élevé de bons résultats est retrouvé dans la plupart des séries de réparation de coiffe par mini-open [18, 31, 41, 57, 58], ou sous arthroscopie. Ainsi, Wolf [71] retrouve 94 % de bons ou d'excellents résultats, Tauro [62] 92 %, Burkhart [10] 95 %, Gleyze [25] 77 %, Murray [51] 95 % et Jones [35] 88 %. Le symposium de la SFA de 2004 consacré au traitement arthroscopique des ruptures de coiffe rapporte 94 % d'excellents ou de bons résultats à 18,5 mois de recul [19].

Quelle que soit la technique employée, les résultats cliniques sont bons à court et moyen terme. Cependant, il faut assurer au patient un résultat fonctionnel durable que seule la cicatrisation tendineuse est en mesure de permettre [7, 22, 24, 25, 30, 37, 70].

À ciel ouvert, les taux de cicatrisation varient entre 45 % et 90 % [11, 22, 24, 30, 37, 59, 63]. Dans le symposium de la SOFCOT [1], le taux de cicatrisation moyen est de 60 % à 37 mois de recul. Celui des ruptures distales du supraspinatus est de 72 %. Il est de 48 % pour les ruptures des supra- et infraspinatus.

Sous arthroscopie, les taux de cicatrisation semblent équivalents [7, 12, 25, 39, 61, 70]. Galatz n'obtient pourtant que 5 % de cicatrisation sur une série de ruptures larges réparées sous arthroscopie [20].

Les résultats cliniques et anatomiques sont, à moyen terme, comparables ; les résultats anatomiques semblent l'être également, tout au moins dans les ruptures distales ou intermédiaires. L'impression retirée de la littérature est qu'une différence existe, concernant les échecs de cicatrisation après réparation de rupture massive ; Galatz [20] n'obtient que 5 % de coiffes étanches tandis qu'Harryman [30] en obtient 55 %. Il faut sans doute tenir compte, dans cette comparaison, du fait que la technique arthroscopique permet de réinsérer des coiffes qui ne pouvaient l'être à ciel ouvert. Le temps aura manqué pour des études comparatives qui auraient permis de clarifier les indications.

Études comparatives : arthroscopie versus ciel ouvert

La certitude demeure que la réinsertion à ciel ouvert est mécaniquement plus fiable que la réinsertion arthroscopique. La certitude est apparue ultérieurement que la technique arthroscopique compense ses insuffisances mécaniques par l'apport biologique d'un meilleur environnement tissulaire et cicatriciel. Les études comparatives sont malheureusement rares.

Buess [8] compare réparation à ciel ouvert ($n = 30$) et réparation par arthroscopie ($n = 66$), en rétrospectif, avec simplement le SST. Il retrouve de façon significative au dernier recul des douleurs moins importantes et une meilleure mobilité de l'épaule opérée sous arthroscopie. Les patients sont également plus satisfaits (92,4 % vs 80 %) et le SST est plus élevé (9,7 vs 8,7), mais ces différences n'apparaissent pas significatives.

Ide [33] revoit 100 patients opérés d'une rupture de coiffe (50 à ciel ouvert et 50 arthroscopies) à 49 mois de recul. Les résultats cliniques sont équivalents dans les deux groupes pour les ruptures distales et intermédiaires. Pour les ruptures larges et massives, 82,4 % des patients opérés à ciel ouvert ont un résultat satisfaisant, contre 76,9 % de ceux opérés sous arthroscopie.

Bishop [6] compare rétrospectivement 40 réparations sous arthroscopie et 32 réparations à ciel ouvert. À un an, les résultats cliniques sont équivalents. La cicatrisation est évaluée par IRM; 69 % des patients opérés à ciel ouvert sont cicatrisés contre 53 % de ceux opérés sous arthroscopie. Pour les ruptures de plus de 3 cm, le taux de cicatrisation dans le groupe ciel ouvert est de 62 %, il est de 24 % dans le groupe arthroscopie.

Mansat [45] a réalisé une méta-analyse comparant 5104 réparations à ciel ouvert et 1777 réparations arthroscopiques. Le taux de rupture itérative est de 8,2 % sous arthroscopie et de 7 % à ciel ouvert.

Notre expérience est le fruit du travail de Touchard [64], qui rapporte les résultats d'une série prospective et randomisée comparant la chirurgie à ciel ouvert et la chirurgie arthroscopique, dans les ruptures distales ou intermédiaires de la coiffe, avec contrôle systématique de la cicatrisation par arthroscanner. Une fois encore, les résultats cliniques sont comparables. Les résultats anatomiques (tableau 1) montrent que le taux de cicatrisation n'est pas significativement différent; néanmoins, il n'y a aucune rupture itérative vraie chez les patients à ciel ouvert, alors qu'il y en a 21,5 % chez les patients opérés sous arthroscopie.

Les conclusions tirées de l'analyse de ces rares séries comparatives montrent l'indéniable supériorité de l'arthroscopie en termes de confort postopératoire et

Tableau 1

Taux de cicatrisation obtenu par Touchard. Étude prospective et randomisée comparant les réparations de coiffe à ciel ouvert et sous arthroscopie

	Ciel ouvert (%)	Arthroscopie (%)	<i>p</i>
Cicatrisé	67,5	60	NS
Fuite minime	32,5	17,5	NS
Rupture itérative	0	21,5	<0,05
Total non cicatrisé	32,5	40	NS

de durée de séjour. Les avantages de l'arthroscopie sur le plan fonctionnel sont dus à l'absence de désinsertion musculaire et à un traumatisme opératoire minime. Le taux de cicatrisation est globalement équivalent avec, peut-être, un pourcentage plus important de ruptures itératives vraies après chirurgie arthroscopique, surtout en présence de ruptures larges ou massives.

Complications

Mansat [46], dans une méta-analyse de 40 articles, retrouve un taux de complication de 9,5 % après chirurgie à ciel ouvert; après chirurgie arthroscopique les taux de complications rapportés dans la littérature semblent plus faibles, de 4,8 % à 10,6 % [5, 15, 50].

La complication la plus fréquente après chirurgie de la coiffe est la raideur. De nombreuses études [32, 68, 69] font état d'une augmentation de la prévalence des raideurs postopératoires et des capsulites rétractiles après chirurgie à ciel ouvert avec des taux variant de 5,7 à 20 %. Le taux de raideur dans la série de la SFA est de 3,1 % [19].

La complication la plus grave après chirurgie de la coiffe est l'infection postopératoire, le plus souvent liée à des germes peu virulents (*Propionibacterium acnes*). Les taux d'infection après traitement arthroscopique rapportés dans la littérature varient entre 0 et 3,4 % [7, 50]. Flurin et la SFA [19] rapportent 0,2 % d'infection. À ciel ouvert, cette complication est plus fréquente, y compris pour les techniques mini-open avec des taux d'infection allant parfois jusqu'à 20 % [53, 55]. Dans la méta-analyse de Mansat [45], les infections sont quatre fois moins fréquentes sous arthroscopie qu'à ciel ouvert.

Chaque technique, ciel ouvert ou arthroscopie, a par ailleurs ses complications propres, de gravité variable. La chirurgie à ciel ouvert se complique, plus souvent



Figure 5. Ostéomes sous-acromiaux après réinsertion dans une tranchée osseuse d'une rupture du supraspinatus.

qu'on ne le pensait, d'ostéomes (figure 5) péri et sous-acromiaux (19 % dans le symposium de la SOFCOT) [1]. La désinsertion du deltoïde a toujours été la crainte des promoteurs de la réparation à ciel ouvert; elle est heureusement exceptionnelle mais Gumina [27] en observe 8 %. La chirurgie arthroscopique permet, bien sûr, d'éviter ces complications, spécifiques de la chirurgie à ciel ouvert; en revanche, elle peut se compliquer de migrations d'ancres, parfois agressives pour les espaces articulaires [17], voire de réactions d'ostéolyse au contact d'ancres résorbables.

Le faible taux de complications de la chirurgie arthroscopique doit être, aujourd'hui, considéré comme le principal avantage de cette technique et la raison majeure pour laquelle la quasi-totalité des chirurgiens en ont fait le choix.

Résultats à long terme

Ils demeurent une inconnue. Ils doivent être considérés avec attention et guider la stratégie thérapeutique chez des patients qui sont encore jeunes au moment de leur intervention; leur analyse montre toujours une augmentation sensible du taux de rupture itérative qui est mieux connu à ce jour après chirurgie à ciel ouvert qu'après chirurgie arthroscopique.

Après chirurgie à ciel ouvert, Zumstein [72] montre à 10 ans de recul, chez des patients opérés d'une rupture massive, un score de Constant pondéré à 85 % (contre 83 % à 3 ans); le taux de rupture itérative est de 57 % (contre 37 % à 3 ans). Galatz [21] retrouve un taux plus élevé de patients satisfaits 10 ans après l'intervention qu'à 2 ans de recul. Kluger [38] considère que la majorité des ruptures itératives surviennent dans les mois qui suivent la chirurgie; il n'observe pas d'augmentation du taux de nouvelles ruptures avec le temps. De même, Goutailler [26] contrôle à 9 ans de recul 30 patients opérés d'une rupture de coiffe à ciel ouvert qui ont initialement cicatrisé; il n'observe qu'une rupture itérative même si l'index de dégénérescence graisseuse progresse.

Les bons résultats cliniques et anatomiques obtenus par la chirurgie à ciel ouvert semblent se maintenir, relativement, avec le recul.

Les résultats à long terme des sutures arthroscopiques sont naturellement plus rares. Wolf [71] retrouve 94 % d'excellents ou bons résultats à un recul moyen de 75 mois; Marrero [47] revoit une courte série de patients opérés sous arthroscopie avec un recul moyen de 12,6 ans; 87,7 % gardent un bon résultat fonctionnel mais la cicatrisation tendineuse n'est pas évaluée.

Il est important que, dans les années à venir, les auteurs se penchent sur les résultats cliniques et anatomiques, à long recul, des ruptures de coiffe opérées sous arthroscopie, afin de s'assurer que le taux de rupture itérative tardive reste comparable à celui observé à distance de la chirurgie à ciel ouvert.

Discussion - Conclusion

Le passage de la chirurgie à ciel ouvert à la chirurgie arthroscopique a été, au cours des dernières années, un véritable bouleversement. Le tsunami de l'arthroscopie a balayé en quelques années 80 ans de travaux sur les réparations à ciel ouvert. L'enseignement fait aujourd'hui aux plus jeunes d'entre nous ne traite plus que des réparations arthroscopiques; il n'y a plus place pour la chirurgie à ciel ouvert dans les livres ou congrès consacrés à la chirurgie de l'épaule. Ceux qui, aujourd'hui, procèdent encore aux réparations à ciel ouvert, sont considérés comme retardataires et progressivement abandonnés par une clientèle avide des avantages qu'offre l'arthroscopie en termes de confort opératoire et de simplicité des suites. Les résultats de l'arthroscopie n'ont, pourtant, pas fait la preuve de leur supériorité à ce jour et la comparaison avec les réparations à ciel ouvert aurait mérité plus de temps et d'analyse. Il ne saurait être question, cependant, de revenir sur nos pas, pas plus que nous l'avons fait en matière de chirurgie arthroscopique du genou.

Les comparaisons auxquelles nous nous sommes livrés montrent que, si le résultat fonctionnel des réparations arthroscopiques est supérieur à celui des réparations à ciel ouvert, il ne l'est qu'à court ou moyen terme; les délais d'acquisition du résultat et le taux de cicatrisation obtenu sont analogues; la tenue des réparations à long terme est peut-être supérieure après chirurgie à ciel ouvert; une analyse approfondie s'impose.

L'avantage principal de l'arthroscopie est probablement qu'elle minimise le taux de complications et ceci, en soi, est un argument irréfutable pour lui donner préférence. L'expérience du service, résumée dans la figure 6, montre que nous avons suivi le mouvement et que le pourcentage de coiffes que nous avons réparées

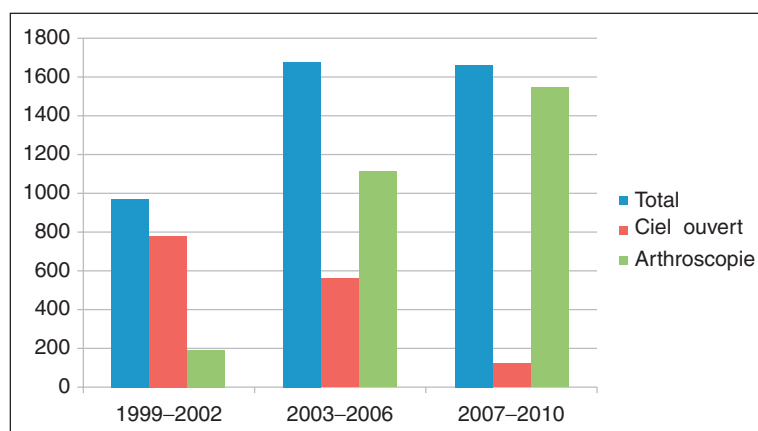


Figure 6. Évolution des modalités de traitement des ruptures de la coiffe des rotateurs à la Clinique de traumatologie de Nancy de 1999 à 2010.

sous arthroscopie est passé de 17,6 % en 2000 à 95,2 % en 2010. Les 5 % de ruptures de coiffe que nous opérons encore à ciel ouvert sont représentés par les ruptures chroniques du tendon du subscapulaire, dans lesquelles nous conservons nos réserves vis-à-vis de l'aptitude de la chirurgie arthroscopique à libérer correctement le tendon rompu et à en assurer la réinsertion. Il est intéressant de constater, sur la base des données PMSI, que parmi les 38 000 ruptures de coiffe opérées en France, en 2009, 26 000 l'ont été sous arthroscopie contre 12 000 à ciel ouvert...

L'augmentation considérable du nombre de ruptures de coiffe opérées, l'expansion de cette chirurgie chez des patients d'un âge de plus en plus avancé, la poussée des laboratoires qui ont rapidement perçu l'intérêt de vendre

du matériel arthroscopique et des ancrs plutôt que des lames de bistouri, doivent inciter à garder en mémoire les principes fondamentaux de cette chirurgie concernant l'indication, la technique et l'analyse des résultats. L'indication doit tenir compte des facteurs désormais « historiques » que sont la préservation de la mobilité active et passive préopératoire, et l'absence de dégénérescence graisseuse; le principe technique de libération des moignons tendineux demeure; le taux de ruptures itératives reste inacceptable; ce taux est voisin de 30 %, bien supérieur au taux d'échec de toutes les autres interventions de chirurgie orthopédique. Il est tel que nous devons passer rapidement de l'étape actuelle d'une comparaison entre des techniques de fixation, à celle d'une optimisation de la cicatrisation tendineuse.

RÉFÉRENCES

- [1] Anonymous. Ruptures of the rotator cuff and subscapularis muscle. Proceedings of the 73rd annual meeting of the French Society of Trauma and Orthopedic Surgery. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1999; 85 (Suppl. 2) : 87.
- [2] Barber FA, Herbert MA, Richards DP. Sutures and suture anchors : update 2003. Arthroscopy 2003; 19 : 985.
- [3] Barber FA, Cawley P, Prudich JF. Suture anchor failure strength in vivo study. Arthroscopy 1993; 9 : 647.
- [4] Barber FA, Herbert MA. Suture anchors--update 1999. Arthroscopy 1999; 15 : 719.
- [5] Berjano P, Gonzalez BG, Olmedo JF, Perez-Espana LA, Munilla MG. Complications in arthroscopic shoulder surgery. Arthroscopy 1998; 14 : 785-8.
- [6] Bishop J, Klepps S, Lo IK, Bird J, Gladstone JN, Flatow EL. Cuff integrity after arthroscopic versus open rotator cuff repair : a prospective study. J Shoulder Elbow Surg 2006; 15 : 290-9.
- [7] Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus : does the tendon really heal? J Bone Joint Surg Am 2005; 87 : 1229.
- [8] Buess E, Steuber KU, Waibl B. Open versus arthroscopic rotator cuff repair : a comparative view of 96 cases. Arthroscopy 2005; 21 : 597.
- [9] Burkhart SS. The deadman theory of suture anchors : observations along a south Texas fence line. Arthroscopy 1995; 11 : 119.
- [10] Burkhart SS, Danaceau SM, Pearce Jr CE. Arthroscopic rotator cuff repair : Analysis of results by tear size and by repair technique--margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. Arthroscopy 2001; 17 : 905.
- [11] Calvert PT, Packer NP, Stoker DJ, Bayley JI, Kessel L. Arthrography of the shoulder after operative repair of the torn rotator cuff. J Bone Joint Surg Br 1986; 68 : 147.
- [12] Charousset C, Landreau P, Bellaiche L, Mas P. La réparation arthroscopique du sus épineux : est-elle une alternative au traitement chirurgical classique? Maîtrise Orthopédique 2001; 109.
- [13] Codman EA. Complete rupture of the supraspinatus tendon. Operative treatment with report of two successful case. Bost Med Surg J 1911; 164 : 708.

- [14] Cofield RH. Rotator cuff disease of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1985 ; 67 : 974.
- [15] Curtis AS, Snyder SJ, elPizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Karzel RP. Complications of shoulder arthroscopy. *Arthroscopy* 1992 ; 8 : 395.
- [16] Debeyre J, Patte D. A technic of repair of the musculo-tendinous cuff of the shoulder. Transacromial route of approach and disinsertion of the fleshy body of the supraspinosus muscle. *Presse Med* 1961 ; 69 : 2019-20.
- [17] Dézaly C, Sirveaux F, Molé D. Migration d'ancres après réparation arthroscopique de la coiffe des rotateurs. Communication orale. Congrès de la Société Française d'Arthroscopie, 2010.
- [18] Fealy S, Kingham TP, Altchek DW. Mini-open rotator cuff repair using a two-row fixation technique : outcomes analysis in patients with small, moderate, and large rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2002 ; 18 : 665.
- [19] Flurin PH, Landreau P, SFA. Réparation arthroscopique des lésions transfixiantes de la coiffe. Etude rétrospective multicentrique de 576 cas. *RCO* ; 2004.
- [20] Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2004 ; 86-A : 219.
- [21] Galatz LM, Griggs S, Cameron BD, Iannotti JP. Prospective longitudinal analysis of postoperative shoulder function : a ten-year follow-up study of full-thickness rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2001 ; 83-A : 1052-6.
- [22] Gazielly DF, Gleyze P, Montagnon C. Functional and anatomical results after rotator cuff repair. *Clin Orthop* 1994 ; 43.
- [23] Gerber C, Schneeberger AG, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994 ; 76 : 371-80.
- [24] Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2000 ; 82 : 505.
- [25] Gleyze P, Thomazeau H, Flurin PH, Lafosse L, Gazielly D, Allard M. Arthroscopic rotator cuff repair : a multicentric retrospective study of 87 cases with anatomical assessment. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2000 ; 86 : 566.
- [26] Goutallier D, Postel JM, Radier C, Bernageau J, Zilber S. Long-term functional and structural outcome in patients with intact repairs 1 years after open transosseous rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2009 ; 18 : 521-8.
- [27] Gumina S, DiGiorgio G, Perugia D, Postacchini F. Deltoid detachment consequent to open surgical repair of massive rotator cuff tears. *Int Orthop* 2008 ; 32 : 81-4.
- [28] Hammond G. Complete acromionectomy in the treatment of chronic tendinitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1962 ; 44 : 494.
- [29] Hammond G. Complete acromionectomy in the treatment of chronic tendinitis of the shoulder. A follow-up of ninety operations of eighty-seven patients. *J Bone Joint Surg Am* 1971 ; 53 : 173.
- [30] Harryman DT, Mack LA, Wang KY, Jackins SE, Richardson ML, Matsen III FA. Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 982.
- [31] Hata Y, Saitoh S, Murakami N, Seki H, Nakatsuchi Y, Takaoka K. A less invasive surgery for rotator cuff tear : mini-open repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2001 ; 10 : 11.
- [32] Hatch DT, Gobeze R, Millett PJ. Stiffness following rotator cuff repair. In : Green A, editor. *Complications in orthopaedics rotator cuff surgery : AAOS monograph series*. Rosemont (IL) : American Academy of Orthopaedic Surgeons ; 2006. p. 1-112.
- [33] Ide J, Maeda S, Takagi K. A comparison of arthroscopic and open rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2005 ; 21 : 1090-8.
- [34] Johnson LL. Rotator Cuff. In : *Diagnostic and surgical arthroscopy of the shoulder*. Saint-Louis ; 1993. p. 365.
- [35] Jones CK, Savoie III FH. Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2003 ; 19 : 564.
- [36] Kaplan PE, Kernahan WT. Rotator cuff rupture : management with suprascapular neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 1984 ; 65 : 273-5.
- [37] Klepps S, Bishop J, Lin J, Cahlon O, Strauss A, Hayes P, et al. Prospective evaluation of the effect of rotator cuff integrity on the outcome of open rotator cuff repairs. *Am J Sports Med* 2004 ; 32 : 1716.
- [38] Kluger R, Bock P, Mittlböck M, Krampla W, Engel A. Long-term survivorship of rotator cuff repairs using ultrasound and magnetic resonance imaging analysis. *Am J Sports Med* 2001 ; 24.
- [39] Lafosse L, Brzoska R, Toussaint B, Gobeze R. The outcome and structural integrity of arthroscopic rotator cuff repair with use of the double-row suture anchor technique. *J Bone Joint Surg Am* 2007 ; 89 : 1533-41.
- [40] Levy HJ, Uribe JW, Delaney LG. Arthroscopic assisted rotator cuff repair : preliminary results. *Arthroscopy* 1990 ; 288 : 174-8.
- [41] Liu SH, Baker CL. Arthroscopically assisted rotator cuff repair : correlation of functional results with integrity of the cuff. *Arthroscopy* 1994 ; 10 : 54.
- [42] Lo IK, Burkhart SS, Athanasiou K. Abrasion resistance of two types of nonabsorbable braided suture. *Arthroscopy* 2004 ; 20 : 407.
- [43] MacKenzie K. The antero-superior exposure for total shoulder replacement. *Orthop Traumatology* 1993 ; 2 : 71-7.
- [44] McLaughlin HL. Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder. The exposure and treatment of tears with retraction. 1944. *Clin Orthop* 1994 ; 3.
- [45] Mansat P. Communication orale. SECCEC ; 2005.
- [46] Mansat P, Cofield RH, Kersten TE, Rowland CM. Complications of rotator cuff repair. *Orthop Clin North Am* 1997 ; 28 : 205-13.
- [47] Marrero LG, Nelman KR, Nottage WM. Long-term follow-up of arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2011 ; 27 : 885-8.
- [48] Miller C, Savoie FH. Glenohumeral abnormalities associated with full-thickness tears of the rotator cuff. *Orthop Rev* 1994 ; 23 : 159.
- [49] Molé D, Sirveaux F. Principes de technique chirurgicale. *Rev Chirur Ortho* 1999 ; 85 (25) : 100.
- [50] Muller D, Landsiedl F. Arthroscopy of the shoulder joint : A minimal invasive and harmless procedure ? *Arthroscopy* 2000 ; 16 : 425.
- [51] Murray Jr TF, Lajtai G, Mileski RM, Snyder SJ. Arthroscopic repair of medium to large full-thickness rotator cuff tears : outcome at 2- to 6-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2002 ; 11 : 19.
- [52] Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder : a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 54 : 41.
- [53] Nicholson G, Duckworth M. Mini-open rotator cuff repair for supraspinatus tears. Read at the second biennial shoulder and elbow Meeting, May 2000.
- [54] Nottage WM, Lieurance RK. Arthroscopic knot typing techniques. *Arthroscopy* 1999 ; 15 : 515.
- [55] Nottage W, Severud E. A comparison of all arthroscopic vs mini-open rotator cuff repair : results at 45 months. Read at

- the Summer Institute Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2001. Sept 6–9; San Diego CA.
- [56] Patte D, Goutallier D. Extensive anterior release in the painful shoulder caused by anterior impingement. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1988; 74 : 306–11.
 - [57] Paulos LE, Kody MH. Arthroscopically enhanced “miniapproach” to rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 1994; 22 : 19–25.
 - [58] Posada A, Uribe JW, Hechtman KS, Tjin ATE, Zvijac JE. Minideltoid splitting rotator cuff repair : do results deteriorate with time? *Arthroscopy* 2000; 16 : 137.
 - [59] Queinnec JB. Traitement chirurgical de la coiffe des rotateurs : intérêt de l’attelle d’abduction en post-opératoire. Étude comparative : à propos de 82 cas. 2001 (GENERIC).
 - [60] Rathbun JB, Macnab I. The microvascular patterns of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg* 1970; 52B : 540.
 - [61] Sugaya H, Moriishi J, Kanisawa I, Tsuchiya A. Postoperative Cuff Integrity After Arthroscopic Full-Thickness Rotator Cuff Repair : Single-Row Versus Dual-Row Fixation. *Arthroscopy* 2004; 20 : e2.
 - [62] Tauro JC. Arthroscopic rotator cuff repair : analysis of technique and results at 2- and 3-year follow-up. *Arthroscopy* 1998; 14 : 45.
 - [63] Thomazeau H, Boukobza E, Morcet N, Chaperon J, Langlais F. Prediction of rotator cuff repair results by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop* 1997; 275.
 - [64] Touchard O, Molé D. Intérêt de la réparation arthroscopique des ruptures de la coiffe des rotateurs Communication orale, SOFCOT; 2006 .
 - [65] Uthoff HK, Lohr J, Farkar K. The pathogenesis of rotator cuff tears. In : Takagishi N, editor. *The shoulder*. Tokyo : Professional Post-graduate Services; 1987.
 - [66] Walch G, Nove-Josserand L, Petri GJ. Surgical repair of total rupture of the rotator cuff. Results and limitations. *Acta Orthop Belg* 1995; 61(Suppl. 1) : 17–20.
 - [67] Warner JP, Krushell RJ, Masquelet A, Gerber C. Anatomy and relationships of the suprascapular nerve : anatomical constraints to mobilization of the supraspinatus and infraspinatus muscles in the management of massive rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74 : 36–45.
 - [68] Warner JJP, Greis EP. The treatment of stiffness of the shoulder after repair of the rotator cuff. *Instr Course Lect* 1998; 47 : 67–75.
 - [69] Williams GR, Rockwood CA, Bigliani LU, Iannotti JP, Standwood W. Rotator cuff tears : why do we repair them? *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86 : 2764–76.
 - [70] Wilson F, Hinov V, Adams G. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff : 2- to 14-year follow-up. *Arthroscopy* 2002; 18 : 136.
 - [71] Wolf EM, Pennington WT, Agrawal V. Arthroscopic rotator cuff repair : 4- to 10-year results. *Arthroscopy* 2004; 20 : 5.
 - [72] Zumstein MA, Jost B, Hempel J, Hodler J, Gerber C. The clinical and structural long-term results of open repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90 : 2423–31.

Principes du traitement arthroscopique des ruptures de la coiffe des rotateurs

J.-F. KEMPF¹, P. CLAVERT¹

RÉSUMÉ

Dans ce chapitre, nous passerons en revue les principales voies d'abord et les principaux instruments nécessaires pour réaliser la réparation arthroscopique d'une rupture de la coiffe des rotateurs, puis nous décrirons les différentes voies d'abord qui peuvent être utilisées avant de détailler quelques-uns des nombreux instruments mis à notre disposition pour transfixier la coiffe.

La plupart des techniques font appel à la réalisation d'un nœud, ce qui n'est pas toujours aisé et nécessite un certain apprentissage, devant être fait à travers la voie d'abord munie ou non d'une canule. Les nœuds les plus commodes sont les nœuds coulissants et, parmi la multitude de solutions proposées, nous détaillerons les nœuds de Nicky (*Nicky's knot*), le nœud de Roeder, le nœud SMC. Si le fil ne peut coulisser, il s'agira de réaliser des demi-clés conventionnelles avec inversion des demi-clés en inversion du bras tracteur, qui restent la référence en termes de tenue et de résistance. Quel que soit le nœud choisi par l'opérateur, l'important est de savoir le réaliser sans hésitation, de façon quasi automatique et sans réfléchir !

Concernant les points de suture à réaliser, le point simple est de loin le moins résistant et nous débattons des différentes possibilités qui s'offrent à nous pour obtenir la meilleure résistance possible du point réalisé. Pour ce qui est de la suture proprement dite, là aussi, il y a de nombreuses propositions techniques dans la littérature, et le débat actuel est celui de ne faire qu'une simple rangée ou d'associer deux lignes de suture (*double row*), l'une médiale, proche du cartilage, et l'autre plus latérale, ce qui autorise une meilleure résistance à la traction et une amélioration de la surface de contact tendon-os, sans pour autant que ces avantages théoriques ne permettent d'observer de meilleurs résultats cliniques.

Le lecteur aura donc à faire son propre choix en fonction de ses options techniques et de son expérience.

Nous exposerons enfin les techniques dont nous avons l'habitude en précisant bien qu'il y en a d'autres qui seront détaillées dans les chapitres ultérieurs.

Mots clés : Coiffe des rotateurs de l'épaule. – Ruptures de la coiffe des rotateurs. – Réparation arthroscopique de la coiffe des rotateurs.

ABSTRACT – PRINCIPLES OF ARTHROSCOPIC REPAIR OF ROTATOR CUFF TEARS

In this chapter, we review the main arthroscopic portals and the main instruments to achieve the arthroscopic repair of a rotator cuff tear. Then we describe the different surgical approaches that can be used before detailing the various instruments for transfixing the cuff.

Most techniques involve the creation of knots, which is not always easy and requires some learning to be done through the incision with or without a cannula. The knots which are the most convenient are sliding knots and among the multitude of proposed solution, we will detail the Nicky's knot, the Roeder knot and the SMC knot. If the knot can not slide, it will make half hitches (= revo knot) with conventional reversed half hitches first reverse tractor arms that remain the reference in terms of dress and resistance. Whatever the knots selected by the surgeon, it is important to do them without any hesitation, almost automatically and fluently!

Which kind of suture? Make the simple point is by far the least durable and we will discuss the various possibilities open to us to get the best possible resistance. Concerning the repair, there are many technical solutions described in the literature and the current debate is not to make a single row or combine two suture lines (double row), one near the medial cartilage and the other more lateral, which allows for better tensile strength and an improved tendon-bone contact, but the gain on a clinical point of view is (still?) controversial.

The reader will have to make his own choice based on its technical options and experience.

Finally, we will present the techniques we used, stating clearly that there are others that will be detailed in subsequent chapters.

Keywords: Arthroscopic rotator cuff repairs.

¹Centre de chirurgie orthopédique et de la main, avenue Baumann, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.

Introduction

L'arthroscopie de l'épaule s'est développée dans les années 1980 aux États-Unis [2, 22, 26, 31, 32, 44], puis en Europe [29, 40, 42]. Les techniques se sont améliorées au fur et à mesure des progrès concernant les instruments et les systèmes de suture, actuellement pléthoriques !

Nous envisagerons successivement les voies d'abord, la façon de passer les fils de suture dans la nappe tendineuse, les nœuds, puis nous discuterons les différents types de suture à réaliser.

Généralités

Instruments indispensables

- Une pompe avec contrôle de la pression et du débit d'eau.
- Un bistouri électrique fonctionnant dans le sérum salé isotonique (Coblation®).
- Un instrument motorisé « shaver », permettant de faire des abrasions osseuses avec des fraises de différentes formes et tailles, ou des résections tissulaires avec des couteaux eux aussi de différentes formes et tailles.
- Des instruments arthroscopiques de base (figure 1) : pinces préhensives, crochets permettant une suture, ciseaux arthroscopiques, palpateur, pousse-nœud, Bird Beak® et autres instruments permettant de transfixier les tendons à réparer.



Figure 1. Différents instruments arthroscopiques. A : pince à fil ; B : crochet à suture ; C : rongeur ; D : palpateur ; E : pousse-nœud ; F : pince préhensive ; G : ciseaux ; H : Bird Beak®.

Ancres et sutures

Nous renvoyons le lecteur aux catalogues des nombreuses compagnies fabriquant différents modèles d'ancres [53] comportant :

- des ancres vissées, métalliques ou résorbables ;
- des ancres impactées [3], métalliques ou résorbables ;
- des systèmes sans nœud (*knotless*).

Barber [3–5] a publié de nombreux articles testant les différentes ancres proposées et nous donnons pour notre part la préférence à des ancres vissées, plutôt non résorbables, mais d'autres choix sont possibles !

Concernant les fils à utiliser, notre préférence va à des fils non résorbables, tressés, car plus faciles à nouer, le plus souvent fournis avec l'ancre. Citons l'Ethibond® 3-0 (Ethicon) ou des fils renforcés par un noyau de polyéthylène comme le Fiberwire® 2-0 (Arthrex) ou l'Orthocord® (Mitek).

Anesthésie et installation

Un bloc interscalénique, complété ou non par une anesthésie générale, est le plus souvent proposé [25] et permettra, grâce à la mise en place d'un cathéter, une analgésie postopératoire de qualité.

Installation

Des illustrations des différentes installations sont présentées dans le chapitre consacré au traitement arthroscopique des lésions distales du supraspinatus (pages 143).

Installation en décubitus latéral

Décubitus latéral avec simple traction

Cette installation nécessite l'usage d'une potence à raccorder à la table d'opération, comportant un système de poulie et de poids permettant d'appliquer une traction constante.

Décubitus latéral avec double traction

Cette installation est moins souvent utilisée dans la chirurgie de la coiffe des rotateurs. À la traction dans l'axe du membre supérieur s'ajoute une traction perpendiculaire à l'humérus qui permet d'obtenir une excellente décoaptation de l'interligne glénohuméral.

Avantages

Relativement simple à installer, cette installation permet d'opérer seul sans aide et procure une excellente décoaptation sous-acromiale.

Désavantages

Outre la nécessité d'une potence et d'un certain temps d'installation, la traction peut être responsable de lésions neurologiques du plexus brachial et en particulier d'une neuropraxie. Cette complication est rare (inférieure à 1 %) et peut être évitée en se gardant d'effectuer une traction supérieure à 5 kg et de trop prolonger l'intervention.

Installation en position assise ou demi-assise

Très habituelle dans la chirurgie de l'épaule, cette installation nécessite de prendre un certain nombre de précautions :

- la tête doit être fixée par un système de têtère ;
- les genoux doivent être en position de légère flexion ;
- l'usage d'un coussin pour protéger l'appui ischiatique est conseillé, en particulier chez les patients maigres.

Avantages

Cette installation est relativement rapide à mettre en œuvre et permet une éventuelle conversion vers une chirurgie ouverte.

Désavantages

La décoaptation sous-acromiale n'est pas toujours aussi bonne qu'avec l'installation en décubitus latéral mais il est possible, surtout si on ne dispose pas d'aide opératoire, d'installer une traction dans l'axe du membre supérieur par un système de poulie.

Enfin, signalons l'existence dans le commerce de bras articulés qui peuvent grandement faciliter la chirurgie en position assise ou semi-assise.

Voies d'abord (figures 2 et 3)

Une multitude de voies d'abord ont été décrites dans la littérature. Certaines d'entre elles, dédiées à une technique particulière, seront décrites ultérieurement dans les différents chapitres de l'ouvrage.

Voie d'abord postérieure

Elle est commune à toutes les arthroscopies de l'épaule quelle que soit la technique utilisée. C'est la voie faite en premier pour aborder l'articulaire glénohuméral ou l'espace sous-acromial, et c'est la voie permettant au début de l'intervention de faire le bilan des différentes lésions susceptibles d'être rencontrées.

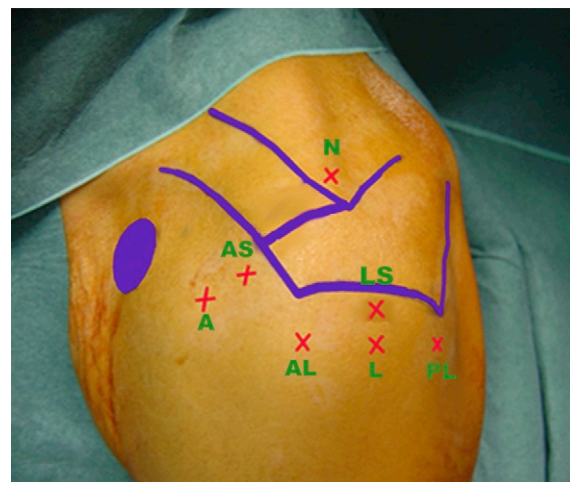


Figure 2. Voies d'abord : vue antérieure d'une épaule gauche.

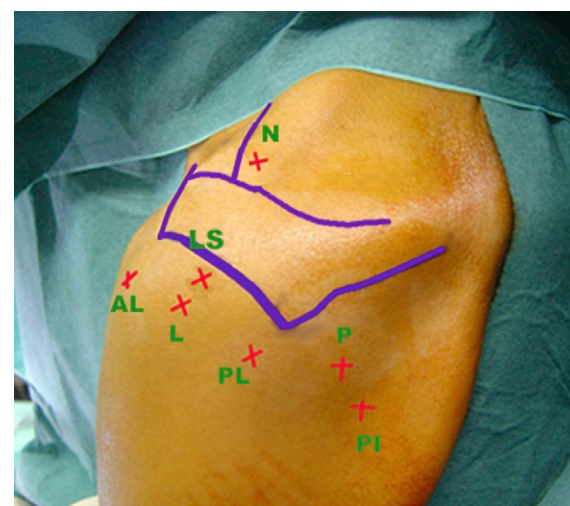


Figure 3. Voies d'abord : vue postérolatérale d'une épaule gauche.

Son point d'entrée est situé à 2 cm distalement et à 1 cm médialement de l'angle postérolatéral de l'acromion, ce qui permet de passer son arthroscope entre l'infraépineux et le teres minor. C'est le « *soft point* » des Anglo-Saxons.

Le trocart d'introduction est inséré en direction de l'apophyse coracoïde. Une fois l'optique mise en place, munie de sa caméra, le bon positionnement est vérifié visuellement avant de mettre en place l'irrigation.

Voie postéro-inférieure

Cette voie, située 2 cm en dessous de la précédente, peut être utilisée pour accéder à la capsule postéro-inférieure.

Voie antérieure

Cette voie se place dans le triangle constitué par le bord supérieur du subscapulaire en bas, le long biceps en haut et le labrum antérosupérieur médialement. Elle peut être mise en place de dedans en dehors en plaquant l'arthroscope dans ce triangle puis en faisant passer dans la canule de celui-ci un clou de Wissinger qui permettra à l'opérateur, par une contre-incision, de mettre en place une canule. Elle peut être mise en place de dehors en dedans en utilisant une aiguille et en contrôlant visuellement sa bonne position dans le triangle.

Voie antérosupérieure

C'est une voie additionnelle située à 1 ou 2 cm en avant de l'articulation acromioclaviculaire, latéralement et au-dessus de l'apophyse coracoïde.

Voie supérieure de Neviaser [48]

Son point d'entrée est situé entre le bord postérieur de l'articulation acromioclaviculaire et le bord médial de l'acromion et elle aboutit à l'intérieur de l'articulation en arrière de l'insertion du long biceps.

Autres voies d'abord

En fonction du geste à réaliser, on peut mettre en place une voie d'abord postérolatérale, antérolatérale, latérale ou latérosupérieure.

La voie postérolatérale est placée à 2 cm distalement par rapport à l'angle postérolatéral de l'acromion. La voie antérolatérale se situe à 2 cm distalement de l'angle antérolatéral de l'acromion, la voie latérale est placée en fonction des besoins à 1 ou 2 cm latéralement par rapport au bord latéral de l'acromion, à 2 cm en arrière de son bord antérieur. Quant à la voie latérosupérieure, nous la faisons à 1 ou 2 cm au-dessus de la précédente.

Suture tendineuse

Pour mettre en place le fil de suture à travers le moignon tendineux, il convient d'utiliser le bon outil avec le bon fil puis de réaliser le nœud.

Outils

Nous décrirons ces outils du plus simple et du moins onéreux au plus sophistiqué, mais plus coûteux. L'auteur, sans conflit d'intérêts, ne citera que les

instruments dont il a l'expérience. D'autres possibilités seront décrites dans le chapitre consacré aux ruptures distales du supraépineux (pages 143).

Aiguille (figure 4)

Une simple aiguille à ponction lombaire peut permettre de transfixier la structure tendineuse et de passer à travers elle un fil suffisamment rigide comme le PDS qui servira de fil relais par la suite. Cette aiguille peut être déformée à la demande pour s'adapter à la suture que l'on souhaite réaliser.

Instruments spécialisés

Ils sont tous plus coûteux.

Le Banana-Lasso® (Arthrex) [figure 5] est un instrument permettant de transfixier la coiffe, de passer à travers lui un fil métallique qui lui-même permettra de récupérer le fil de suture par un mouvement de va-et-vient.

D'autres instruments perforants (figure 6) sont proposés par de nombreuses compagnies : il s'agit en fait de pinces munies d'extrémités effilées qui permettent, en un seul geste, de perforer la coiffe puis de récupérer le fil de suture. Leurs formes sont très variées et s'adaptent donc à tous les besoins.

Il faut citer ici le crochet passe-fil (figure 7) (Spectrum Suture Passer®, Linvatec) qui permet, à l'aide de crochets de forme et d'orientation diverses, de transfixier la coiffe puis de faire passer un fil tracteur qui peut être soit métallique (« shuttle relay », à usage unique) soit de type PDS. Ce crochet peut être fort utile dans certaines circonstances. Il peut être manié à la façon d'un porte-aiguille avec dans l'autre main une pince permettant de maintenir la structure tendineuse (figure 8).

Pinces à suture (figure 9)

Il en existe de très nombreux modèles. Elles permettent de saisir le moignon tendineux, de transfixier celui-ci à

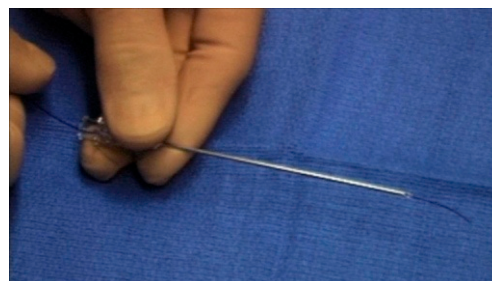


Figure 4. Une aiguille à ponction lombaire.

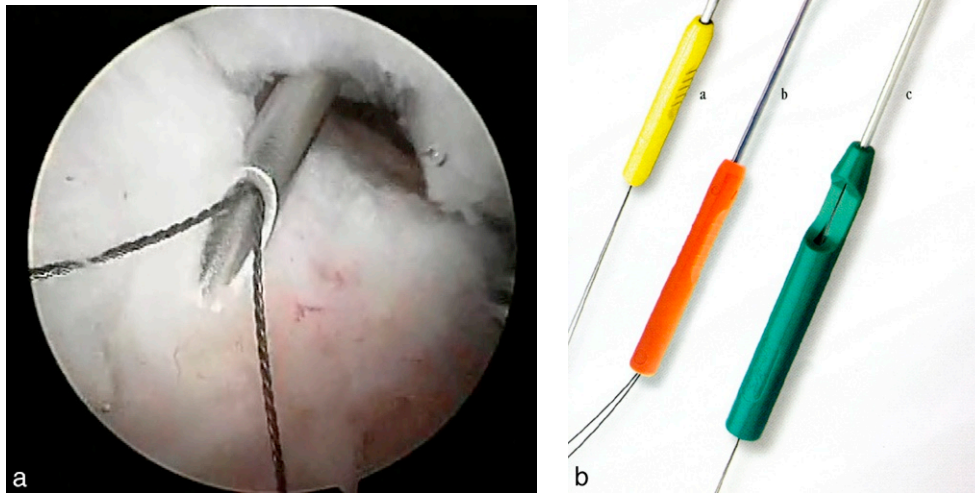


Figure 5. Exemple de dispositif de passe-suture : le Banana Lasso®.

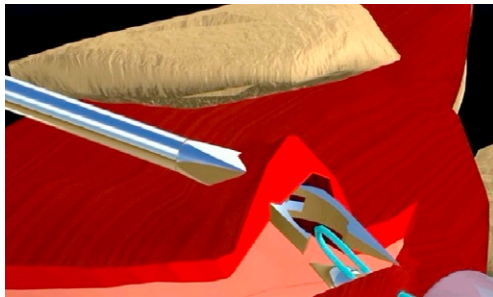


Figure 6. Exemple d'instrument permettant de transfixier un tendon : le Bird Beak®.

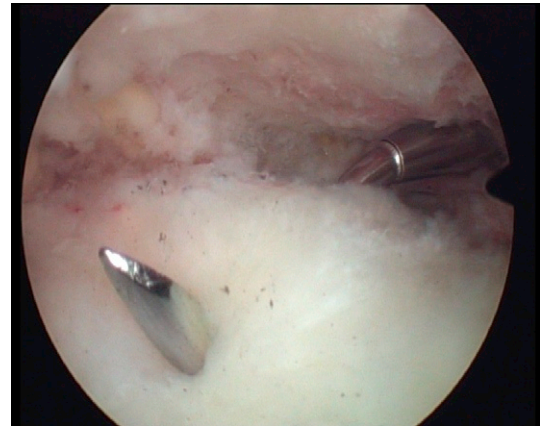


Figure 7. Exemple de passe-fil : le Spectrum® (Linvatec).

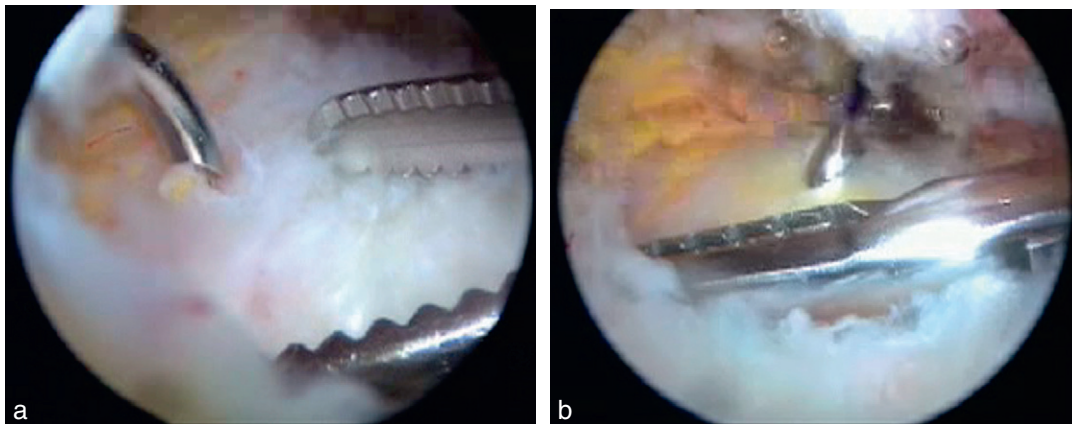


Figure 8. Utilisation simultanée d'un crochet passe-fil et d'une pince préhensive maintenant le tendon et permettant la récupération du fil relais PDS.

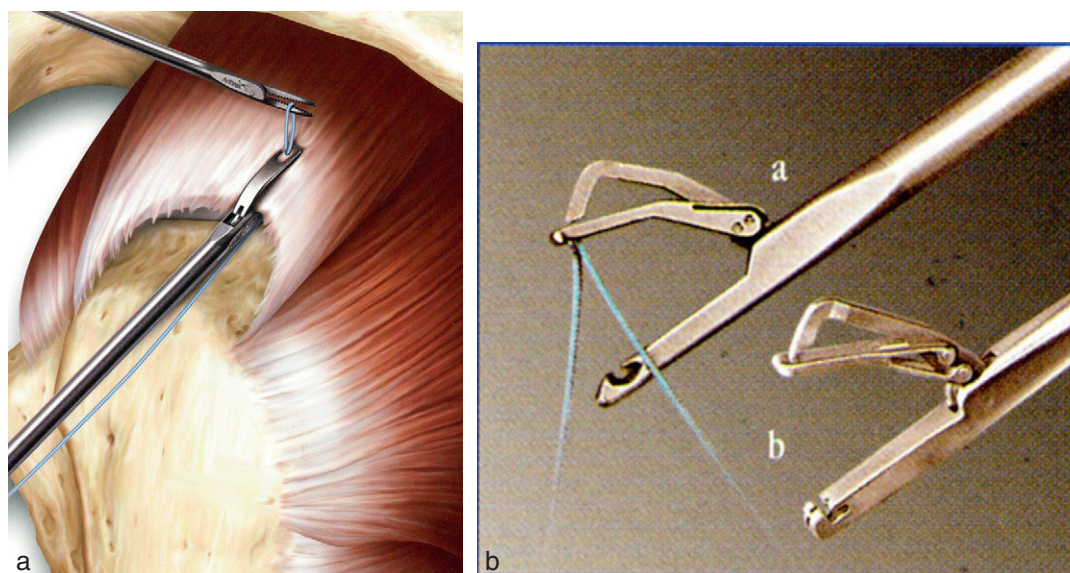


Figure 9. Exemples de pinces à suture : la Scorpion® (a) et la Viper® (b) [Arthrex].

une distance déterminée par la longueur du bord de la pince puis de faire passer le fil de suture à l'aide d'une aiguille à usage unique. Ces pinces à suture permettent donc en une seule fois (« *one shot* ») de saisir la suture et de la transfixier.

Elles nécessitent pour la plupart d'entre elles d'utiliser une aiguille à usage unique.

Quel type de suture peut-on faire sous arthroscopie ? (figure 10)

À l'évidence, le point simple est le plus facile à réaliser, mais ce n'est pas le plus résistant à la traction.

Points en U

Ce sont les plus fréquents.

Le point le plus performant est le *point de Mason-Allen décrit par Gerber* [28] : son principe repose sur l'existence simultanée d'un point en U perpendiculaire aux fibres tendineuses, transversales, réalisant une barre à la face supérieure et inférieure du tendon, et de deux points verticaux, venant s'appuyer sur les deux barres transversales et évitant ainsi l'effet de « fil à couper le beurre ».

S'il est très laborieux à réaliser tel qu'il a été décrit à ciel ouvert, son principe peut être reproduit en employant une ancre comportant deux fils, qui permet d'utiliser le premier pour réaliser le point transversal perpendiculaire aux fibres tendineuses et le deuxième perpendiculaire au premier, qui viendra s'appuyer à ce dernier.

Il est néanmoins possible, mais assez difficile, d'utiliser une pince à suture à trois reprises, en aller-retour, pour réaliser ce point, comme l'a décrit Tao [54].

Autres points de suture

D'autres points ont été décrits :

- le *lasso loop* de Lafosse [41] (figure 11), ou le *lasso loop* modifié par Toussaint [56];
- le haubanage décrit par Boileau [9, 10], facilement réalisé avec le crochet, nous y reviendrons (figure 12).

Nœuds sous arthroscopie

De très nombreux nœuds ont été décrits dans la littérature [34] et leur résistance a été testée en laboratoire [47]. Le plus important pour l'opérateur est d'en connaître deux ou trois [15, 18, 49] afin de répondre à toutes les situations; il faut savoir les réaliser quasiment les yeux fermés et sans se poser de question. De très nombreux articles ont été consacrés à ce sujet et le nombre de nœuds décrits atteste de l'imagination des chirurgiens (arthroscopiques ou non). En pratique, deux situations sont possibles : soit le fil peut coulisser pour être noué, ce qui est le plus commode, soit le fil est fixé, comme c'est le cas par exemple lorsqu'on réalise des points en U reliant deux ancrs ou lorsque le fil ne coulisse pas bien dans l'œillet de l'ancre.

Si le fil peut coulisser

Harryman et Loutzenheiser ont montré en 1995 [45] que le premier nœud réalisé doit être soit une clé

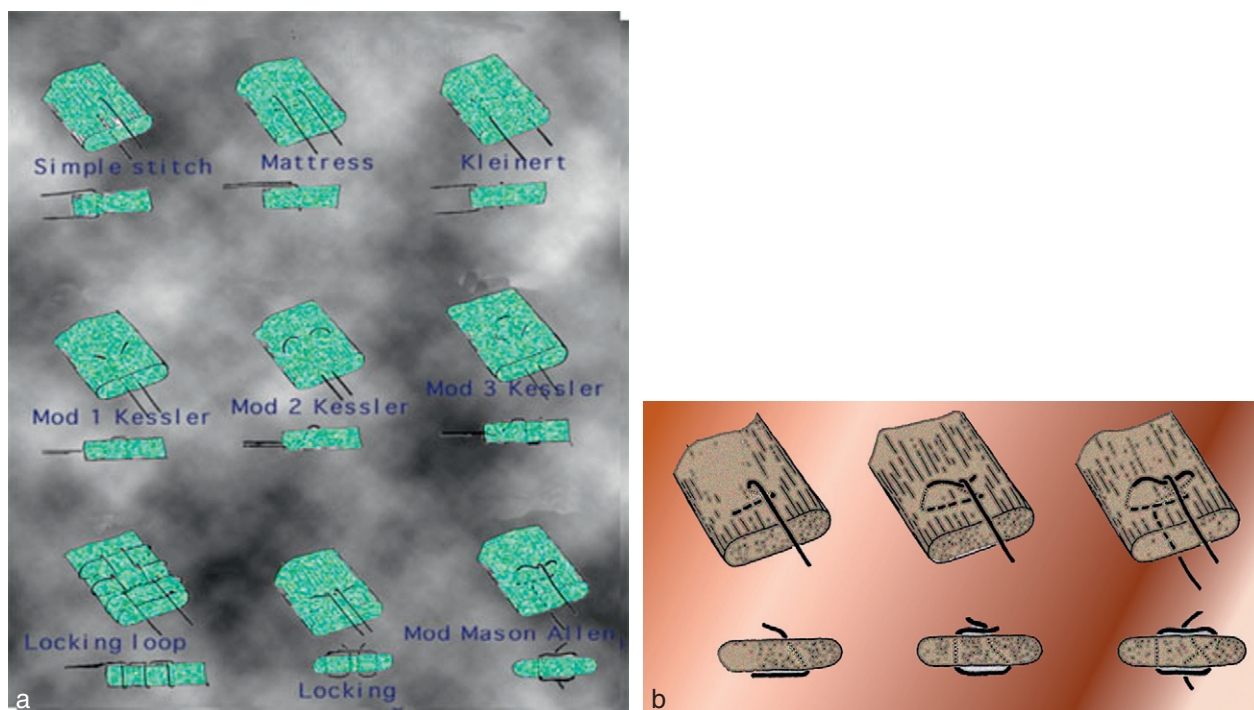


Figure 10. Les différents points de suture (a) et le point de Mason-Allen (b).

simple, plate, soit un nœud de pêcheur plutôt qu'une demi-clé qui a tendance à glisser. Le nœud de pêcheur n'est réalisable que si les fils peuvent coulisser. Ensuite, ils ont montré qu'il faut inverser les demi-clés d'une part et, d'autre part, inverser le bras tracteur pour sécuriser l'ensemble du nœud et éviter un glissement de ce dernier.

Classement des nœuds coulissants

Les nœuds coulissants sont classés en quatre groupes :

- le *nœud coulissant non-autobloquant* comme le nœud de pêcheur où, lorsque l'on serre le nœud à l'aide du brin non-tracteur, on ne provoque pas d'inversion de la boucle mise en place;
- le *nœud coulissant autobloquant en proximal* dont le type est le nœud de Nicky [19] (figure 13). Dans ce cas, la mise en tension du brin qui n'est pas tracteur entraîne une inversion qui vient, par mécanisme de chicane, bloquer le nœud du côté proximal, c'est-à-dire du côté du chirurgien;
- le *nœud coulissant autobloquant en distal* dont le type est le nœud de Roeder (figure 14), où l'inversion de la boucle se produit distalement du côté de l'opéré;
- le *nœud coulissant autobloquant en son milieu* dont le type est le nœud SMC (Samsung Medical Center) [figure 15] de Kim [35, 36]. Lorsque le brin non

tracteur est mis en tension, on obtient un verrouillage du nœud en son milieu.

Lo et Burkhart [14, 43] apportent une très intéressante étude comparant les propriétés mécaniques de six nœuds coulissants parmi les plus utilisés, entre eux et par rapport au nœud chirurgical statique (non coulissant) de référence, constitué de trois demi-clés dans le même sens suivies de trois demi-clés avec inversion et du sens et du bras tracteur à chaque fois. Les nœuds coulissants étudiés ont été le nœud de Duncan (pêcheur), de Nicky (« tautline »), le nœud SMC, de Weston [59], le nœud de Tennessee et celui de Roeder. Dans son protocole expérimental, ils étudient deux choses : la sécurité du nœud, qui se définit par la résistance à son glissement quand une charge est appliquée, glissement qui dépend essentiellement du coefficient de friction entre les deux brins et du degré de tension des demi-clés; puis la sécurité de la suture, c'est-à-dire la possibilité de rester serrée sur la structure suturée lorsque le nœud est noué.

Les conclusions essentielles de ce travail expérimental étaient les suivantes.

Le nœud chirurgical non coulissant classique (*revo knot*) [figure 16] assure dans toutes les configurations la meilleure sécurisation du nœud et de la suture, et apparaît ainsi comme le standard de référence. Malheureusement, ce nœud est de réalisation difficile sous arthroscopie car il n'est pas coulissant.

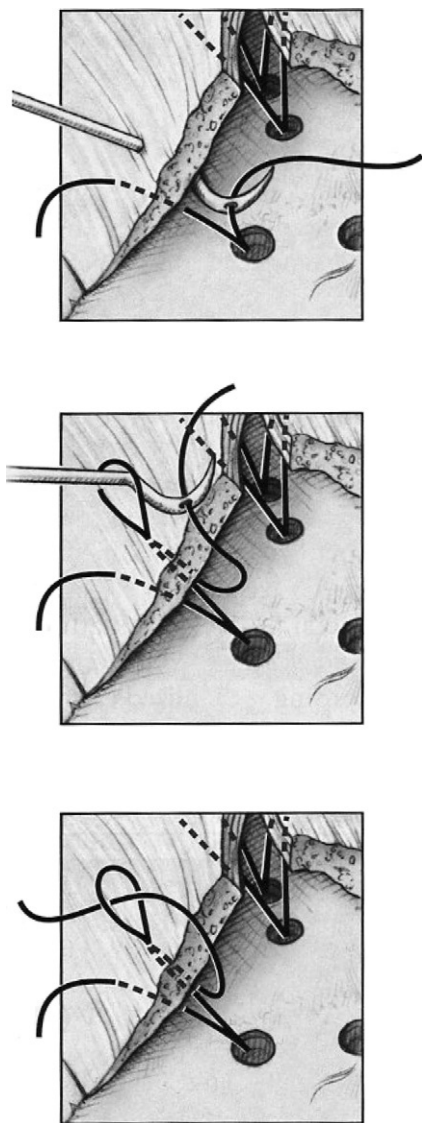


Figure 11. Le *lasso loop* décrit par Lafosse.

Le nœud coulissant quel que soit son type est plus aisé à réaliser sous arthroscopie, mais il doit impérativement être sécurisé par la réalisation de trois demi-clés avec inversion de celles-ci d'une part et du brin tracteur d'autre part.

L'étude comparative de deux fils dans toutes les situations montre clairement l'intérêt du fil renforcé d'un noyau de polyéthylène de type Fiberwire® (Arthrex) ou Orthocord® (Mytek) par rapport au fil tressé conventionnel de type Ethibon® n° 2.

Si l'on considère un fil tressé de type Ethibon®, les trois nœuds coulissants qui rendent la suture la plus sûre, c'est-à-dire qui se déformera le moins, sont les nœuds de Roeder, de Duncan et de Nicky alors que, toujours avec le même fil, si l'on étudie spécifiquement

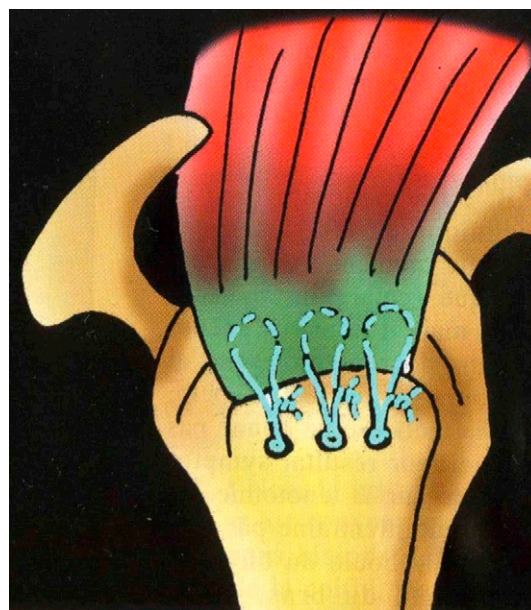


Figure 12. La suture en hauban décrite par Boileau.



Figure 13. Le *Nicky's knot* décrit par De Beer.

la sécurisation du nœud, les nœuds de Weston, de Roeder et de SMC sont les meilleurs dans ces essais.

Lorsqu'il étudie les différents nœuds coulissants avec un Fiberwire® n° 2, les sutures les mieux sécurisées (qui

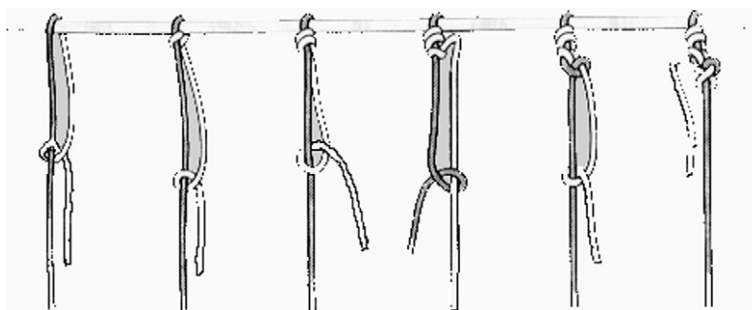


Figure 14. Le nœud de Roeder.

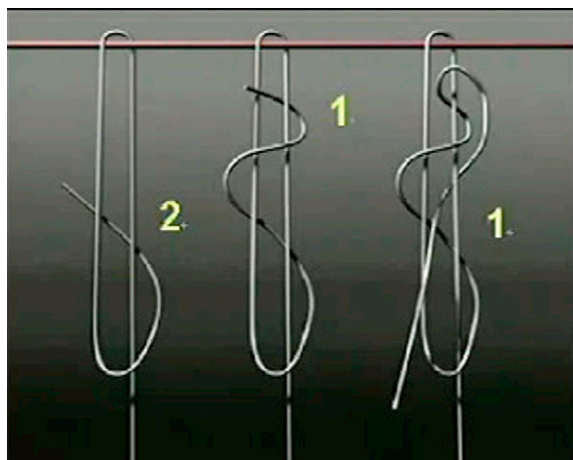


Figure 15. Le nœud SMC.

se déformeront le moins et maintiendront une bonne tension sur la structure réinsérée) sont les nœuds de Roeder, de Duncan et de Nicky, alors que la sécurisation du nœud (son absence de glissement) est assurée au mieux par le nœud de Weston et de Roeder.

Cet auteur en arrive à conclure qu'en pratique, il faut trouver un compromis entre les deux nécessités d'un bon nœud : son absence de glissement et le maintien d'une bonne tension par la suture. C'est le nœud de Roeder qui arrive en tête.

Nous avons, dans notre laboratoire de biomécanique, entrepris la même étude avec le même protocole en y ajoutant un nœud personnel, le nœud MCK, qui est une modification du nœud de Roeder (figure 17). Nous confirmons l'intérêt d'utiliser un fil renforcé de type Fiberwire®, de verrouiller le nœud coulissant initial par trois demi-clés avec inversion du brin tracteur. Le nœud MCK donne des résultats un peu supérieurs (charge à la rupture de 162 N), suivi de près par le nœud de Roeder, le SMC et le nœud de Nicky's.

Il faut néanmoins souligner que les valeurs en newtons retrouvées pour ces différents nœuds coulissants sont toutes supérieures à celles qui paraissent néces-

saires pour mettre en péril une suture (37 à 60 N), ce qui laisse la liberté au chirurgien de choisir le nœud coulissant qui lui paraît le plus facile à réaliser et dont il a une maîtrise absolument parfaite.

Dans la figure 17, nous décrivons six d'entre eux : le Roeder, le Duncan, le Nicky, le SMC (Samsung Medical Center) de Kim [35, 36], le MCK (Moulinoux-Clavert-Kempf), le MSK (*mid slip knot*). Tous ces nœuds sont des nœuds coulissants, réalisés autour d'un brin tracteur qui devra être au départ plus court que l'autre, car c'est sur celui-ci qu'une traction sera appliquée pour descendre les nœuds sur la structure tendineuse. Ces nœuds doivent ensuite être verrouillés par une contre-traction sur le brin non tracteur, le pousse-nœud allant au-delà du nœud, un peu comme on lace une chaussure.

Cette sécurisation ne sera complète et effective qu'après avoir réalisé trois demi-clés complémentaires en alternant celles-ci et en changeant de brin tracteur.

Si le fil ne peut pas coulisser

Les différents nœuds décrits précédemment ne peuvent pas être réalisés dans cette situation, qui n'est pas rare en pratique. Il faut donc impérativement dominer parfaitement la réalisation du nœud non coulissant appelé *revo knot* par les Anglo-Saxons, d'autant plus que, sur le plan mécanique, il est très performant [43].

Il faut donc commencer par deux demi-clés dans le même sens, maintenir la traction sur un brin et éviter toute traction intempestive sur le deuxième jusqu'à ce que la troisième demi-clé inversée vienne bloquer les deux premiers (figure 16).

Il faut ensuite faire cinq ou même six demi-clés en respectant à nouveau l'inversion des demi-clés d'une part et l'inversion des brins tracteurs d'autre part.

Pousse-nœud

Il en existe avec un ou deux trous. Nous préférons le plus simple, à un trou, qui se manie comme s'il était le

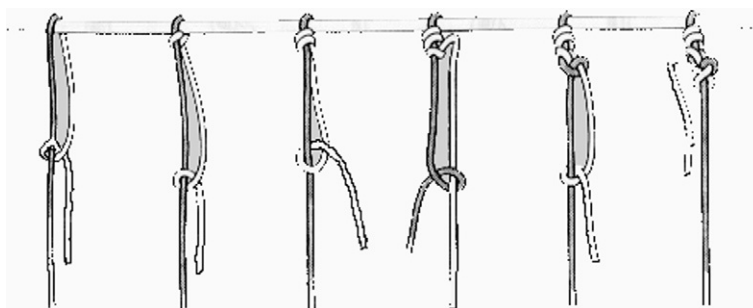


Figure 16. Le fil ne coulisse pas dans l'ancre : demi-clés inversées avec inversion du brin tracteur (*revo knot*).

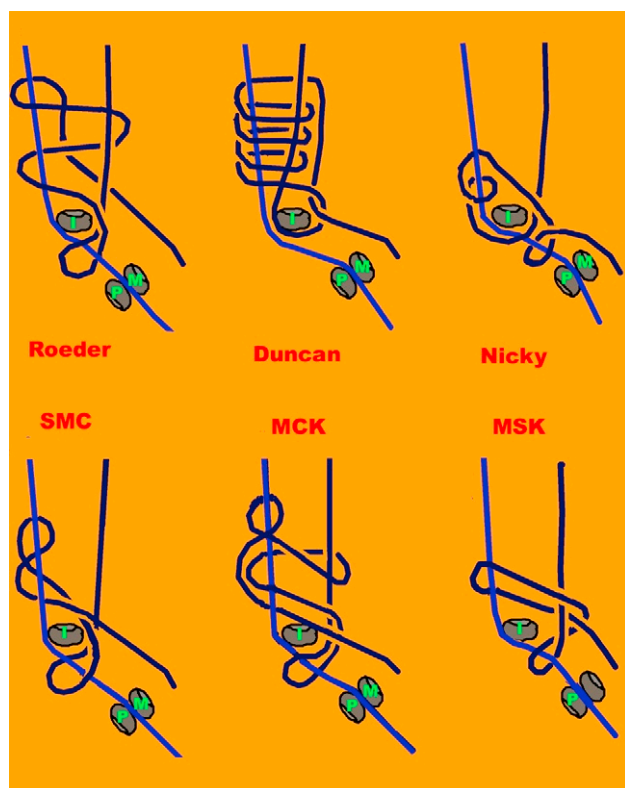


Figure 17. Les différents nœuds coulissants. P : pouce; M : médius; I : index.

prolongement du doigt. Il est enfilé sur le brin tracteur pour descendre le nœud coulissant et sur le brin libre pour descendre des demi-clés (un peu comme lors de la réalisation d'un nœud chirurgical classique).

Il existe des pousse-nœud à deux trous qui sont utiles pour réaliser convenablement un nœud plat (mais nous ne recommandons pas ce nœud en pratique arthroscopique, tant le risque de blocage intempestif est important!). Citons aussi le pousse-nœud 6th Finger® (Arthrex), qui permet d'éviter de changer le pousse-

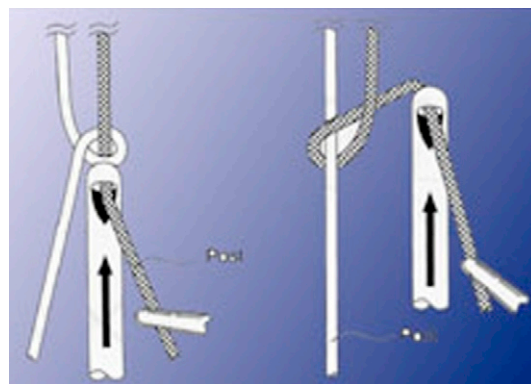


Figure 18. L'inversion du brin tracteur (en grisé) permet d'inverser la demi-clé sans recharger le pousse-nœud.

nœud de brin pour inverser le brin tracteur. Son seul défaut est d'être à usage unique.

On peut en pratique éviter de changer le pousse-nœud de brin (figure 18) : après avoir aidé la descente du nœud coulissant avec le pousse-nœud placé sur le brin tracteur, on réalise la première demi-clé, puis celle-ci est descendue après avoir inversé le brin tracteur : la demi-clé s'inverse et est poussée par le pousse-nœud qui se retrouve placé sur le brin non tracteur. Une nouvelle inversion est nécessaire, qui pourra être obtenue soit en enfilant soi-même le brin « lâche », soit en alternant la traction sans modifier la position du pousse-nœud qui sera alors en action sur le brin tracteur, rendant la descente de la demi-clé un peu plus difficile.

Position du nœud

Elle dépendra de ce que l'on veut obtenir :

- si un affrontement précis est souhaitable, il est préférable de faire son nœud du côté de l'ancre en choisissant comme tracteur le brin côté ancre et en prenant garde de ne pas éroder le fil sur l'œillet de l'ancre (si elle est métallique);

- si un effet de plicature de la structure réinsérée est souhaité, comme dans la retension capsulaire des interventions de Bankart arthroscopiques, il faut le placer du côté de la capsule en choisissant comme tracteur le brin côté capsule.

Conclusion

Réaliser un nœud résistant, ne glissant pas, permettant un affrontement précis de la structure suturée, nécessite de faire un bon choix, de dominer un ou deux nœuds coulissants et bien sûr le *revo knot*, non coulissant mais performant, préféré en toutes circonstances par certains. Il doit être parfaitement dominé pour pouvoir le réaliser en toutes circonstances et les yeux fermés.

Le choix du nœud coulissant est très ouvert et, pour nous, le meilleur est celui que l'on peut faire aisément, rapidement et sans réfléchir.

Les dix commandements

- I Une salade de fils tu éviteras. Si on a plus d'un fil dans l'articulation, il faut isoler les brins de chaque fil dans une canule ou une incision différente.
- II Les torsades tu éviteras. Passer le pousse-nœud « à vide » avant de descendre les clés.
- III Les blocages tu éviteras. Ne pas laisser une clé coincée dans la canule, car le blocage du nœud avec les demi-clés suivantes sera inévitable !
- IV Tout glissement tu éviteras ! Ne jamais faire toutes ses demi-clés le long du même fil tracteur, ce qui diminuera de 50 % la résistance du nœud, quel que soit le nombre de demi-clés !
- V La paresse tu éviteras ! Pour bloquer le premier nœud, il faut au moins trois demi-clés, et si possible plus s'il s'agit d'un monofil.
- VI Toute tension tu éviteras ! Il faut détendre la structure que l'on réinsère (par exemple rotation interne du bras dans un Bankart ou abduction au cours d'une réparation de la coiffe).
- VII D'adaptabilité tu feras preuve. Si la tension est inévitable, un nœud de glissement tu préféreras, si le coulissement du fil dans l'œillet de l'ancre s'avère difficile, un nœud fixe tu préféreras.
- VIII Le bon instrument tu utiliseras.
- IX L'apprentissage tu respecteras en t'entraînant en dehors de la salle d'opération !
- X De la patience tu auras !

Choix de l'ancre

Il n'est pas question ici de passer en revue toutes les ancrs proposées par les fabricants, très nombreuses. Elles peuvent être classées en deux grandes catégories [53] : les ancrs métalliques et les ancrs résorbables, et dans chacune de ces catégories, en deux groupes : les ancrs impactées et les ancrs vissées.

Les ancrs résorbables proposées sur le marché ont l'immense intérêt de disparaître avec le temps, mais ne sont en revanche pas visibles ou difficilement visibles à la radiographie de contrôle, ce qui peut rendre difficile le diagnostic d'une complication bien connue : la migration de l'ancre [6]. Elles sembleraient aussi avoir une tenue dans l'os un petit peu inférieure à celles des ancrs métalliques. Enfin, des granulomes de résorption ont été décrits [53].

Les ancrs métalliques ont les qualités inverses : elles offrent probablement une tenue un peu supérieure, mais en revanche elles sont bien sûr définitivement implantées dans l'os. Leur visualisation sur radiographie de contrôle peut être utile dans certaines circonstances. Barber [6] considère que le risque d'arrachement des ancrs vissées est moindre qu'avec une ancre résorbable, en particulier dans les ruptures larges.

Le choix entre une ancre impactée et une ancre vissée dépend beaucoup de la technique utilisée par l'opérateur. A priori, il semblerait que les ancrs vissées soient de meilleure tenue, en particulier dans le tubercule majeur dont on sait l'ostéoporose très fréquente.

Dans le cadre d'une réparation de la coiffe des rotateurs, ces ancrs ont une solidité maximale lorsqu'elles sont implantées à 45° de la surface osseuse (Burkhart) [12].

Principes généraux de la suture d'une rupture de la coiffe des rotateurs

À l'heure actuelle, deux grandes options se présentent à l'opérateur : la suture en simple rangée et la suture en double rangée.

Suture en simple rangée

Elle commence par un bilan lésionnel de l'articulation glénohumérale puis de l'espace sous-acromial.

Il faut apprécier l'extension de la rupture : partie ou totalité du supraépineux, extension postérieure vers

l'infraépineux voire vers le teres minor et/ou extension en avant vers le subscapulaire. Le long biceps est un excellent repaire car en arrière de lui commence le supraépineux (bord antérieur).

Le degré de rétraction est ensuite apprécié en saisissant le moignon tendineux avec une pince préhensive et en essayant de réduire ce dernier sur le tubercule majeur. Si une libération tendineuse est nécessaire, celle-ci sera faite à ce temps en utilisant un bistouri électrique, sur la face superficielle et profonde de la coiffe. Attention néanmoins à ne pas aller au-delà de 2 cm médialement pour éviter une lésion du nerf suprascapulaire.

Se pose alors la question de l'acromioplastie : son intérêt est débattu à l'heure actuelle mais si celle-ci doit être faite, en particulier en raison d'un acromion très agressif [7, 50], voire en présence d'un enthésophyte développé aux dépens du ligament acromioclaviculaire, la levée du conflit constaté peut être faite avant la réparation ou, pour certains auteurs, après afin d'éviter trop de saignements issus de la face inférieure avivée de l'acromion.

Puis est réalisée la suture proprement dite.

Il peut être utile de simplifier la lésion (figure 19) en commençant par une suture latérolatérale décrite par Burkhart [17] (*margin convergence*) [13, 16, 17]. Certains auteurs comme Wolf considèrent que c'est le temps essentiel et qu'il n'est pas toujours nécessaire de faire par ailleurs un amarrage sur le tubercule majeur à l'aide d'ancres.

Snyder [52] a récemment recommandé une technique en simple rangée utilisant des ancres chargées de deux voire trois fils en y associant de multiples perforations dans le *footprint*, latéralement aux ancres (*crimson duvet*). Il a retrouvé presque constamment sur les imageries par résonance magnétique (IRM) de contrôle une bonne couverture de la zone d'insertion de la coiffe!

Si l'on décide ensuite de faire une réinsertion sur le tubercule majeur à l'aide d'ancres, plusieurs techniques sont possibles et ont été décrites, mais nous ne détaillerons que celle que nous préférons, à savoir la technique de haubanage (figures 12) (voir aussi figure 21) telle que décrite par Boileau [9]. Pour ce faire, nous utilisons le crochet pour mettre en place des points en U à l'aide dans un premier temps d'un PDS qui sera ensuite relayé par le fil de suture définitif. L'ancre ou les ancres auront été au préalable impactées très latéralement, dans la corticale solide de la face latérale du tubercule majeur. L'utilisation d'une pince préhensive (figure 8) ou d'un fil tracteur peut être utile pour bien positionner le haubanage et surtout pour faire le nœud sans tension. Le nœud est ensuite réalisé et l'on

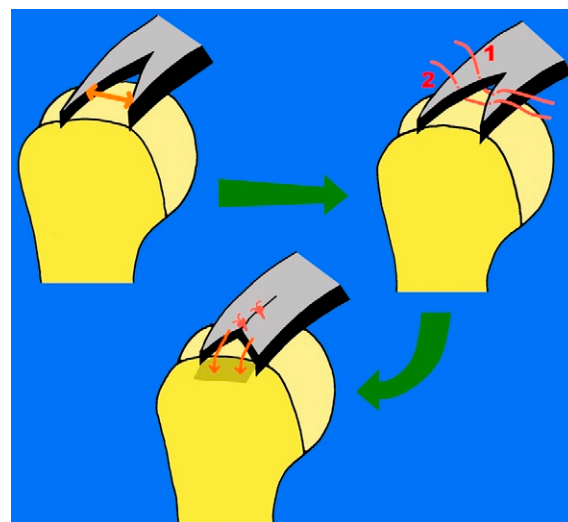


Figure 19. Le principe de la « *margin convergence* » de Burkhart [16], qui permet de réduire la rupture avant de la réinsérer sur le tubercule majeur.

peut s'aider à ce moment d'une légère abduction du membre supérieur. Le principe du hauban permettra de plaquer le tendon sur le *footprint* qui avait été au préalable avivé sans excès.

Boileau [9] a rapporté de bons résultats dans une série de 65 épaules présentant une rupture complète du supraépineux. L'âge des patients était compris entre 29 et 71 ans. Le recul moyen de la révision était de 29 mois. Cinquante et un de ces patients ont eu un arthroscanner de contrôle et 14 une IRM de contrôle, réalisés entre 6 mois et 3 ans après la réparation. Tous ces patients ont été revus à l'aide du score de Constant.

Il rapporte les résultats suivants : la cicatrisation de la rupture a été considérée comme complète et étanche chez 46 (71 %) des 65 patients et cicatrisée partiellement dans 3 cas. Seize patients n'ont pas cicatrisé, mais l'auteur a retrouvé dans 15 cas un défaut tendineux persistant plus petit que la rupture initiale.

Concernant le résultat clinique, l'auteur a observé que le score de Constant, initialement de 51,3 points ($\pm 10,6$) passait à la révision à 83,8 ($\pm 10,3$). La force a été plus significativement améliorée lorsque le tendon avait cicatrisé ($7,3 \pm 2,9$ kg) que lorsqu'il n'y avait pas eu de cicatrisation ($4,7 \pm 1,9$ kg). Deux facteurs ont été identifiés comme influençant négativement la cicatrisation tendineuse :

- l'âge : seulement 10 des 23 patients âgés de plus de 65 ans ont cicatrisé (43 %);

- l'extension intratendineuse (délamination vers le subscapulaire en avant ou l'infraépineux en arrière).
Une étude multicentrique de la Société française d'arthroscopie a confirmé ces résultats [23].

Technique par double rangée

Son but est de restaurer au mieux l'insertion de la coiffe des rotateurs sur le tubercule majeur par un meilleur contact entre la nappe tendineuse et le *footprint* [39]. Par ailleurs, une double rangée (figures 20-22) a théoriquement une meilleure résistance mécanique [38].

Dans cette technique, il faut utiliser deux rangées d'ancres (ce qui double le nombre d'ancres nécessaires !) : l'une le long de la jonction os-cartilage et l'autre sur la



Figure 21. Exemple d'une suture haubannage.

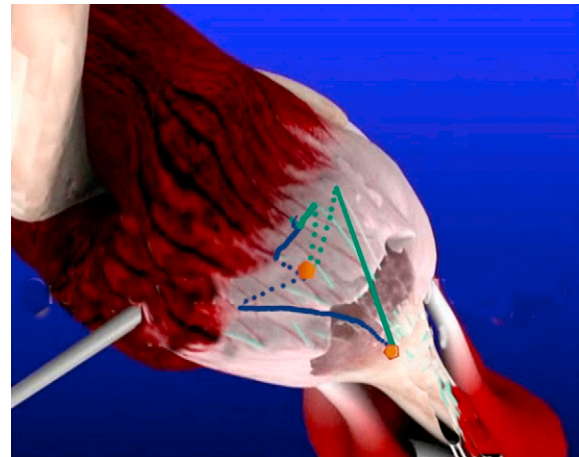
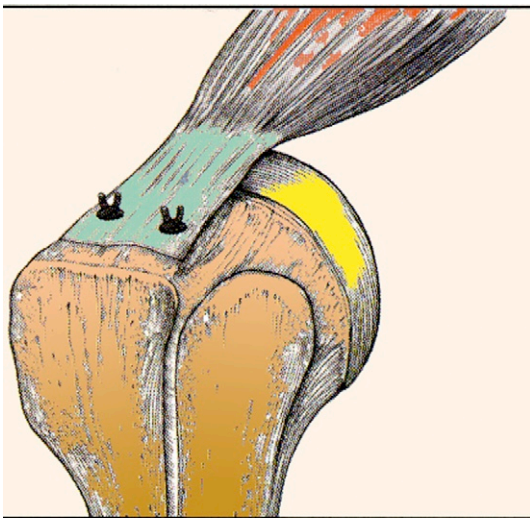


Figure 22. Double rangée simplifiée en « barre » utilisant deux ancres.

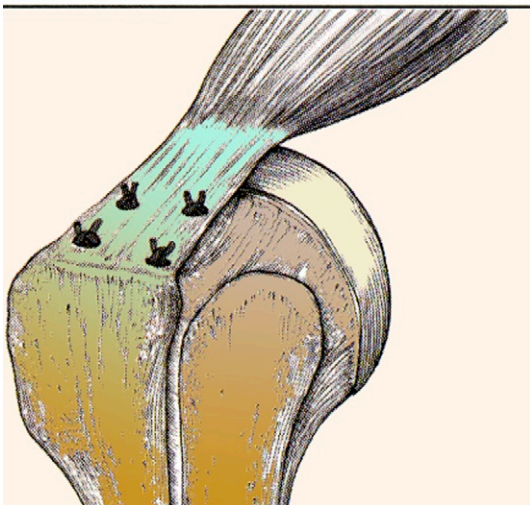


Figure 20. Simple et double rangée.

partie la plus latérale du tubercule majeur. Le nombre d'ancres à utiliser sera donc d'autant plus important que la lésion est étendue. Pour Millet et Vaishnav [58], la technique sans nœuds en double rangée « *suture bridge* » (figure 23) est très performante.

Pour les lésions les plus petites, il est possible de faire une double rangée [8] avec seulement deux ancres, chacune d'entre elles porteuse de deux fils de couleur différente. Les deux brins des deux fils de couleur différente seront noués l'un à l'autre en dehors de la canule, puis la barre ainsi constituée sera placée à la face supérieure du tendon en appliquant une traction sur les deux brins restants, eux aussi de couleur différente (figure 22). Ces deux brins de couleur différente seront tendus puis fixés sur la corticale latérale du tubercule majeur grâce

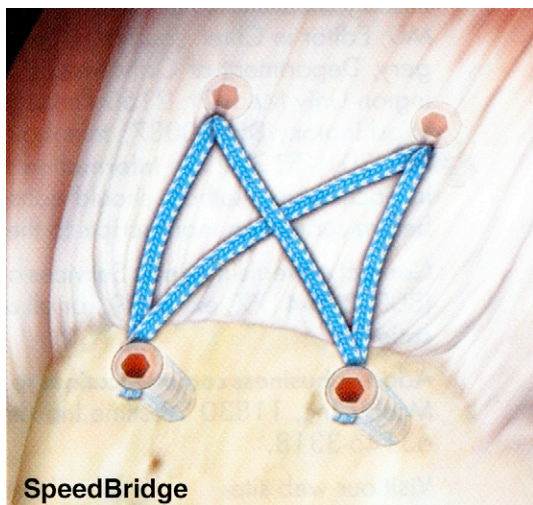


Figure 23. Double rang sans nœud : ce sont les ancrées latérales qui maintiennent la tension (effet hauban).

à une ancre impactée qui permettra d'appliquer un effet hauban sur la coiffe ainsi réparée. Cette technique ne nécessite donc pas de nœuds réalisés en intra-articulaire. Elle ne peut être utilisée que pour des ruptures de taille modérée, et ce montage repose sur la bonne qualité de la tenue de l'ancre impactée latérale.

Une autre possibilité, lorsque la lésion est plus importante, est de réaliser plusieurs points en U médialement puis d'utiliser les brins des fils noués au préalable médialement pour réaliser un effet hauban (figure 24) par la fixation latérale sur le tubercule majeur à l'aide d'ancres impactées, en croisant ces brins (« *suture bridge* »).

Attention à ne pas appliquer une tension excessive à ce hauban, source potentielle d'ischémie tendineuse pouvant être à l'origine d'une rupture ; de la même façon, les points médiaux trop serrés pourraient être à l'origine de certaines ruptures proximales à la jonction musculotendineuse.

Kaplan [33] propose d'associer à la suture bridge technique faite sans nœud des points en U médiaux noués à partir de l'un des 2 fils des ancrées médiales, ce qui procure une meilleure stabilité de la réinsertion aux mouvements de rotation externe.

Discussion

Quel type de suture faut-il choisir ?

La littérature reste très controversée sur ce sujet : plusieurs études cliniques prospectives n'ont pas démontré de substantielle amélioration apportée par la technique en double rangée [46, 55].

En accord avec Dines [20], il apparaît clair que, sur le plan mécanique, la double rangée augmentera la



Figure 24. Double rangée utilisant deux ancrées proximales et deux ancrées latérales dans la corticale externe du tubercule majeur : la technique du *suture bridge*.

résistance à la rupture [38] et augmentera la surface de contact ainsi que la pression de contact en évitant tout gap. Cet auteur a étudié 60 patients : pour 30 patients, une suture par simple rangée a été réalisée (groupe 1) et pour les 30 autres patients, une double rangée a été faite (groupe 2). Il rapporte pour 52 patients (8 perdus de vue) un résultat clinique comparable à 2 ans de recul moyen pour la révision. Sur le plan anatomique, grâce à la réalisation d'une arthro-IRM post-opératoire, il retrouve, dans le groupe 1, 14 tendons cicatrisés, 10 tendons cicatrisés de façon partielle et 2 tendons présentant une non-cicatrisation. Dans le groupe 2, il retrouve 18 patients avec une cicatrisation complète, 7 patients avec une cicatrisation partielle et 1 seul patient avec une non-cicatrisation. L'auteur a conclu que la simple et la double rangée procureront un résultat clinique comparable à 2 ans, mais que la double rangée apparaît mécaniquement supérieure et autoriserait une meilleure cicatrisation.

Duquin [21] a fait la même étude et retrouve un taux de ruptures ou non-cicatrisations significativement moindre pour les sutures en double rangée, pour les lésions supérieures à 1 cm.

Grimberg [30], dans une étude expérimentale, retrouve lui aussi une plus grande surface de contact et une plus importante pression à l'interface os-tendon avec une double rangée « classique » (figure 20) ou la technique « *suture bridge* », mais sans différence entre ces deux dernières.

Pennington [51] ne retrouve pas de différence significative quant au taux de cicatrisations et en ce qui concernent les résultats cliniques des sutures simple rang versus double rang dans une population de 132 cas. En revanche, s'il isole les ruptures de 2,5 à 3,5 cm (43 patients), une différence en faveur des doubles rangs se fait jour.

Franceschi [24], quant à lui, ne retrouve ni amélioration clinique, ni meilleure cicatrisation dans une étude prospective comparant simple rangée et double rangée.

Barber [5] défend la simple rangée, mais en utilisant des ancrs chargés de trois fils car, dans une étude expérimentale sur épaules de bovins, il retrouve une meilleure tenue à la traction que la technique double rangée « *suture bridge* ».

Récemment, Trappey et Gartsman [57] ont publié une revue de la littérature qui ne permet pas de trancher entre les deux techniques, faute d'études de niveau 1 en nombre suffisant.

Koh [37] a publié en 2011 une étude de niveau 1 qui montre elle aussi qu'il n'y a aucune différence statistiquement significative entre simple et double rang, qu'il s'agisse des résultats cliniques ou anatomiques (par IRM)!

Au total, le consensus est loin d'être fait sur ce sujet, et nous conseillons pour notre part d'utiliser la simple rangée en haubanage pour les lésions distales du supraépineux et la double rangée pour les formes anatomiques plus sévères, ou s'il persiste une certaine tension malgré la libération préalablement réalisée.

C'est un avis personnel et nous renvoyons le lecteur aux différents chapitres qui suivent et qui présentent d'autres possibilités, en fonction de la localisation, de la taille de la rupture et des habitudes de chacun, car les choix techniques sont nombreux en matière de

réparation arthroscopique des ruptures de la coiffe des rotateurs.

Que faire du long biceps ?

Pour de nombreuses écoles, en particulier françaises, le sacrifice du long biceps doit être systématique ou presque [1]. Pour d'autres, dont nous-mêmes, son sacrifice doit être justifié soit par son exposition au sein de la rupture, soit par sa tendinopathie ou son instabilité.

Quoi qu'il en soit, le débat actuel est celui de la ténotomie versus ténodèse [27]. Ce choix sera débattu plus loin dans l'ouvrage mais si la ténodèse est réalisée, il existe techniquement deux options : soit la suture du moignon du long biceps dans sa gouttière (figure 25), soit la fixation par une vis d'interférence (figure 26) [11].

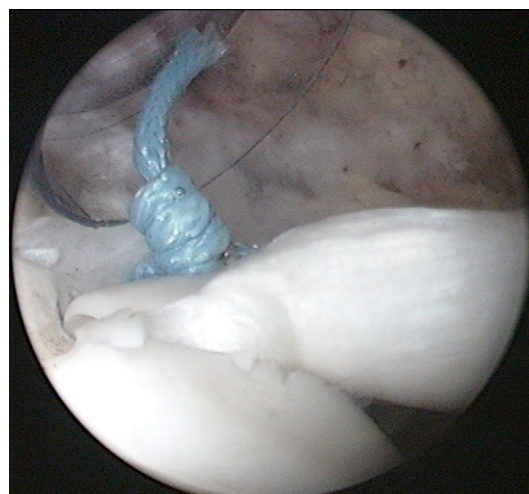


Figure 25. Ténodèse du long biceps dans la gouttière bicipitale utilisant une ancre.

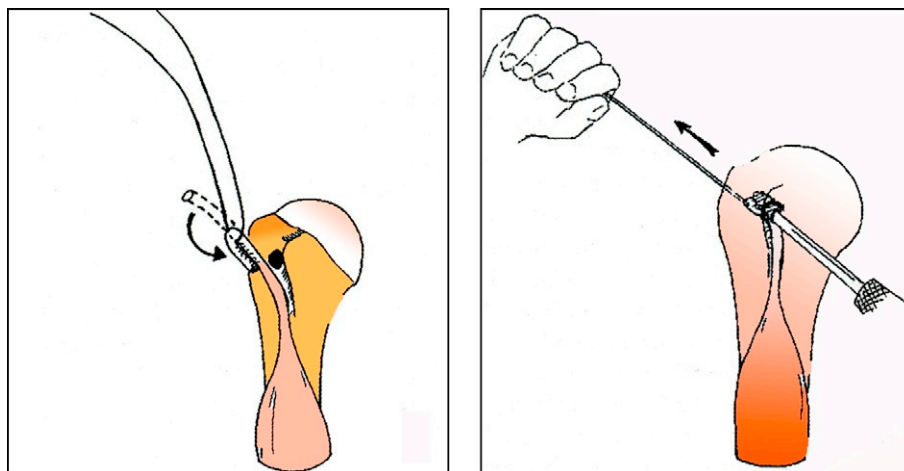


Figure 26. Ténodèse du LPB dans un tunnel osseux, fixée à l'aide d'une vis d'interférence résorbable, selon Boileau.

Cas particulier d'une lésion associée du subscapulaire

La technique détaillée sera traitée dans un autre chapitre (pages 165). Pour réinsérer le tendon du subscapulaire sur le tubercule mineur, une voie d'abord complémentaire, antérosupérieure, est souvent nécessaire. Pour certains auteurs, l'usage d'un arthroscope à 70° est lui aussi fort utile.

Suites opératoires

La plupart des auteurs respectent la séquence suivante : durant les 6 premières semaines, interdiction de toute mobilisation active de l'épaule opérée puis, au-delà de ces 6 semaines, début d'une rééducation active très progressive et renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs après 12 semaines.

C'est durant les 6 premières semaines que plusieurs options peuvent être prises : soit la protection complète de la cicatrisation par une immobilisation stricte n'autorisant que les mouvements pendulaires, soit l'autorisation rapide d'une mobilisation passive effectuée par un kinésithérapeute, si possible dans l'eau.

Pour notre part, nous avons entrepris une étude prospective randomisée (soumise à publication) comparant deux populations : l'une immobilisée strictement pendant 6 semaines et l'autre mobilisée passivement de manière immédiate. Dans ce dernier cas, nous avons observé un résultat clinique un petit peu meilleur avec en particulier moins de raideur voire de capsulite rétractile postopératoire et un taux de cicatrisation légèrement supérieur, mais de façon non significative. Une nouvelle étude est donc en cours, comparant une mobilisation passive quasi immédiate à une mobilisation passive différée de 3 semaines.

RÉFÉRENCES

- [1] Ahrens PM, Boileau P. The long head of biceps and associated tendinopathy. *J Bone Joint Surg Br* 2007; 89(8) : 1001-9.
- [2] Andrews JR, Carson WG. Shoulder joint arthroscopy. *Orthopedics* 1983; 6 : 1157-62.
- [3] Barber AF, Herbert MA, Click JN. The ultimate strength of suture anchors. *Arthroscopy* 1995; 11 : 21-8.
- [4] Barber AF, Herbert MA, Schroeder FA, Aziz-Jacobo J, Mays MM, Rapley JH. Biomechanical advantages of triple-loaded suture anchors compared with double-row cuff repairs. *Arthroscopy* 2010; 26(11) : 316-23.
- [5] Barber FA, Herbert MA, Beavis RC, Barrera Oro F. Suture anchor materials, eyelets, and designs : update 2008. *Arthroscopy* 2008; 24(8) : 859-67.
- [6] Benson EC, MacDemid JC, Drosdowech DS, Athwal GS. The incidence of early metallic suture anchor pullout after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2010; 26 : 311-5.
- [7] Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion and its relationship to the rotator cuff-tears. *Orthop Trans* 1986; 10 : 10-228.
- [8] Boileau P, Brassard N, Roussanne Y. The mattress-tension-band technique : a knotless double-row arthroscopic rotator cuff repair. In : Boileau P, editor. *Shoulder concept 2008. Arthroscopy & Arthroplasty*. Montpellier : Sauramps Médical; 2008. p. 45-252.
- [9] Boileau P, Brassard N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus : does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg* 2005; 87(6) : 1229-40.
- [10] Boileau P, Chuinard C, Brassard N, Trojani C. The tension band suture technique for arthroscopic rotator cuff repair. *Techn Shoulder Elbow Surg* 2007; 8(1) : 47-52.
- [11] Boileau P, Neyton L. Arthroscopic tenodesis for lesions of the long head of the biceps. *Oper Orthop Traumatol* 2005; 17 : 601-23.
- [12] Burkhart SS, Johnson TC, Wirth MA, Athanasiou KA. Cycloloading of transosseous rotator cuff repairs : tension overload as a possible cause of failure. *Arthroscopy* 1997; 13 : 172-6.
- [13] Burkhart SS, Nottage WM, Ogilvie-Harris DJ, Kohn HS, Pachelli A. Partial repair of irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1994; 10 : 363-70.
- [14] Burkhart SS, Wirth MA, Simonich M. Knot security in simple sliding knots and its relationship to rotator cuff repair : how secure must the knot be? *Arthroscopy* 2000; 16 : 202-7.
- [15] Burkhart SS, Wirth MA, Simonich M. Loop security as a determinant of tissue fixation security. *Arthroscopy* 1998; 14 : 773-6.
- [16] Burkhart SS. Arthroscopic repair of massive rotator cuff tears : concept of margin convergence. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2000; 1 : 232-9.
- [17] Burkhart SS. Margin convergence : a method of reducing strain in massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1996; 12 : 335-8.
- [18] Caspari RB. Shoulder arthroscopy : a review of the present state of the art. *Contemp Orthop* 1982; 4 : 523-5.
- [19] De Beer JF, van Rooyen K, Boezaart AP. Nicky's knot : a new slip knot for arthroscopic surgery. *Arthroscopy* 1998; 14 : 109-10.
- [20] Dines JS, Bedi A, El Attrache NS, Dines DM. Single row versus double-row rotator cuff repair : techniques and outcomes. *J Am Acad Orthop Surg* 2010; 18 : 83-93.
- [21] Duquin TR, Buyea C, Bisson LJ. Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural Healing. A systematic review. *Am J Sports Med* 2010; 38(4) : 835-41.
- [22] Ellman H, Hunker G, Bayer M. Repair of the rotator cuff. End result study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68 : 1136-44.
- [23] Flurin PH, Landreau P, Gregory T, Boileau P, Lafosse L, Guillo S, et al. Réparation arthroscopique des ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs : étude rétrospective multicentrique de 576 cas avec contrôle de la cicatrisation. *Rev Chir Orthop* 2005; 91(Suppl. 8) : 32-42.

- [24] Franceschi F, Ruzzini L, Longo UG, Martina FM, Beomonte Zobel B, Maffulli N, et al. Equivalent clinical results of arthroscopic single-row and double-row suture anchor repair for rotator cuff tears : a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2007; 35(8) : 1254–60.
- [25] Gaertner E, Mahoudeau G. Le bloc interscalénique. Le praticien en anesthésie-réanimation 1998; 2 : 131–5.
- [26] Gartsman GM, Khan M, Hammermann SM. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80 : 832–40.
- [27] Gartsman GM, Hammerman SM. Arthroscopic biceps tenodesis : operative technique. *Arthroscopy* 2000; 16 : 550–2.
- [28] Gerber C, Schneeberger A, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994; 76B : 371–9.
- [29] Gleyze P, Thomazeau H, Flurin PH, Lafosse L, Gazielly DF, Allard M, SFA. Arthroscopic rotator cuff repair : a multicentric retrospective study of 87 cases with anatomical assessment. *Rev Chir Orthop* 2000; 86 : 566–74.
- [30] Grimberg J, Diop A, Kalra K, Charousset C, Duranthon LD, Maurel N. In vitro comparison of three different types of single and double row arthroscopic rotator cuff repairs : analysis of continuous bone-tendon contact pressure and surface during different simulated joint positions. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 236–43.
- [31] Johnson LL. Arthroscopy of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 1980; 11 : 197–204.
- [32] Johnson LL. Diagnostic and surgical arthroscopy. The knee and other joints. 3^e éd. Saint Louis : Mosby; 1986.
- [33] Kaplan K, El Attrache NS, Vasquez O, Chen YJ, Lee T. Knotless rotator cuff repair in an external rotation model : the importance of medial-row horizontal mattress sutures. *Arthroscopy* 2011; 4 : 471–8.
- [34] Kempf JF, Clavert P. Arthroscopic knots : tips and tricks. In : Boileau P, éditeur. *Shoulder arthroscopy and arthroplasty : current concept*. Montpellier : Sauramps Médical; 2004. p. 175–86.
- [35] Kim SH, Ha KI, Kim JS. Significance of the internal locking mechanism for loop security enhancement in the arthroscopic knot. *Arthroscopy* 2000; 17 : 850–5.
- [36] Kim SH, Ha KI. The SMC knot : a new slip knot with locking mechanism. *Arthroscopy* 2000; 16 : 563–5.
- [37] Koh KH, Kang C, Lim TK, Shon MS, Yoo JC. Prospective randomized clinical trial of single-versus double-row suture anchor repair in 2-to-4 cm rotator cuff tears : clinical and magnetic resonance imaging results. *Arthroscopy* 2011; 4 : 453–62.
- [38] Kulwicksi KJ, Kwon YW, Kummer FJ. Suture Anchor loading after rotator cuff repair : effects of an additional lateral row. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 290–9.
- [39] Kyung Cheon Kim, Kwang Jin Rhee, Hyun Dae Shin. Arthroscopic double-pulley suture-bridge technique for rotator cuff repair. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008; 128 : 1335–8.
- [40] Lafosse L, Brzoska R, Toussain B, Gobezie R. The outcome and structural integrity of arthroscopic rotator cuff repair with use of the double row suture technique. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 1533–41.
- [41] Lafosse L, Van Raebroekx A, Brzoska R. A new technique to improve tissue grip : «the lasso-loop stitch». *Arthroscopy* 2006; 22 : 1246.
- [42] Lafosse L. Traitement arthroscopique des lésions de la coiffe des rotateurs. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie* 2007; 44–284; doi : 10.1016/S0246-0467 (07) 39544-5.
- [43] Lo IKY, Burkhart SS, Casey CK, Athanasiou K. Arthroscopic knots : determining the optimal balance of loop security and knot security. *Arthroscopy* 2004; 20 : 489–502.
- [44] Lo IKY, Burkhart SS. Current concepts in arthroscopic rotator cuff repairs. *Am J Sport Med* 2003; 31 : 308–24.
- [45] Loutzenheiser TD, Harryman Jr DT, Yung SH, France MP, Sidles JA. Optimizing arthroscopic knots. *Arthroscopy* 1995; 11 : 199–206.
- [46] Mazzocca AD, Millett PJ, Guanche CA, Santangelo SA, Arciero RA. Arthroscopic single-row versus double-row suture anchor rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2005; 33(12) : 1861–8.
- [47] Meyer DC, Nyffeler RW, Fucentese SF, Gerber C. Failure of suture material at suture anchor eyelets. *Arthroscopy* 2002; 18 : 1013–9.
- [48] Neviaser RJ. The anterior/superior surgical approach. *Tech Orthop* 1997; 12(1) : 2–3.
- [49] Nottage WM, Lieurance RK. Arthroscopic knot tying techniques. *Arthroscopy* 1999; 15 : 515–21.
- [50] Ozaki J, Fujimoto S, Nakagawa Y, Masuhara K, Tamai S. Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70 : 1224–30.
- [51] Pennington WT, Gibbons DJ, Bartz BA, Dodd M, Daun J, Klinger J, et al. Comparative analysis of single row versus double row repair of rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2010; 26 : 1419–26.
- [52] Snyder SJ, Burns J. Rotator cuff healing and the bone marrow «crimson duvet» from clinical observations to science. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2009; 10(4) : 130–7.
- [53] Suchenski M, McCarthy MB, Chowaniec D, Hansen D, McKinnon W, Apostolos J, et al. Material properties and composition of soft tissue fixation. *Arthroscopy* 2010; 26 : 821–31.
- [54] Tao SS, Kaltenbach J. Arthroscopic placement of a modified Mason Allen stitch. *Arthroscopy* 2006; 22 : 1248.
- [55] Tauro JC. Arthroscopic rotator cuff repair : analysis of technique and results at 2 and 3 year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11 : 19–24.
- [56] Toussaint B, Schnaser E, Lafosse L, Bahurel J, Gobezie R. A new approach to improving the tissue grip of the medial row repair in the suture bridge technique : «the modified lasso loop stitch». *Arthroscopy* 2009; 25 : 691–5.
- [57] Trappey GJ, Garstman GM. A systematic review of the clinical outcomes of single row versus double row rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20 : S14–9.
- [58] Vaishnav S, Millett PJ. Arthroscopic rotator cuff repair : scientific rationale, surgical technique, and early clinical and functional results of a knotless self reinforcing double row rotator cuff repair system. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 83–90.
- [59] Weston PV. A new clinch knot. *Obstet Gynecol* 1991; 78 : 144–7.

Ruptures partielles profondes de la coiffe des rotateurs

A. CASTAGNA¹, G. DELLE ROSE², M. BORRONI¹

RÉSUMÉ

Les ruptures partielles de la face profonde de la coiffe des rotateurs seraient plus fréquentes que les ruptures transfixiantes. L'IRM et l'arthroscopie ont permis de mieux diagnostiquer et traiter ces lésions. Le débat quant à l'étiologie et la pathologie de ce type de lésions est encore ouvert, ainsi que celui concernant leur traitement. Leur pathogénie est soit de nature intrinsèque, soit de nature extrinsèque, voire les deux. L'incidence de cette pathologie augmente avec l'âge, mais touche surtout le sportif d'âge moyen. Plusieurs classifications ont été proposées dans la littérature. Les plus couramment utilisées sont celle d'Ellman et celle de Snyder. Le tableau clinique est variable. Il peut s'agir de douleurs modérées et à l'opposé nocturnes, ou exacerbées par la pratique d'un sport de lancer. L'examen clinique n'est pas caractéristique : les tests spécifiques pour la coiffe des rotateurs peuvent être négatifs ou simplement douloureux. Le traitement sera conservateur dans un premier temps, mais ces dernières années, la réparation arthroscopique transtendon est préférée en raison du pourcentage élevé de bons ou excellents résultats rapportés ; elle permet aussi d'éviter l'extension de la rupture partielle profonde.

Mots clés : Ruptures de la coiffe des rotateurs. – Ruptures partielles profondes.

ABSTRACT – TREATMENT OF DEEP PARTIAL ROTATOR CUFF TEARS

Deep partial rotator cuff tears (DPRCT) are reported to be more common than full-thickness rotator cuff tears. The MRI and arthroscopy procedure allowed characterizing the deep partial rotator cuff tears (DPRCT) more accurately. The debate as to the etiology and pathogenesis of this kind of lesions is still open as well as the treatment. The pathogenesis of DPRCT is either intrinsic or extrinsic or a combination of both. The incidence of this pathology increases with age; nevertheless it might be diagnosed in middle aged sports individuals. Several classifications have been proposed in the literature. The most common used are the one proposed by Ellman and, later on by Snyder. A wide spectrum of clinical presentations is reported in case of DPRCT. Patient may report a minimal pain or stiff painful shoulder. Some patient may refer nocturnal pain and/or pain exacerbated by overhead activity. Physical examination may be non-univocal: specific test for rotator cuff may be negative or "painful". Treatment options are conservative, arthroscopic simple debridement or transtendon repair. In the last years, arthroscopic transtendon repair is preferred because of high percentage of good or excellent results reported and to avoid a tear progression.

Keywords: Rotator cuff tears. – Deep partial tears.

¹Via A. Locatelli, 6, 20124 Milano, Italie.

²Via Gramsci, 28, 20047 Brugherio, Italie.

Introduction

The MRI and arthroscopy procedure allowed characterizing the deep partial rotator cuff tears (DPRCT) more accurately.

The debate as to the etiology and pathogenesis of this kind of lesions is still open as well as the treatment.

The incidence of this pathology increases with age; nevertheless it might be diagnosed in middle aged sports individuals.

Because in the last years the expectation of life has increased and many older individuals have an active lifestyle it is thus crucial for the physician to be able to diagnose and propose the best treatment in case of DPRCT.

The actual arthroscopic surgical techniques allow the shoulder surgeon to face this pathology with minimal morbidity and optimal clinical results.

Incidence

Partial rotator cuff tears are reported to be more common than full-thickness rotator cuff tears. The incidence is still unknown despite cadaveric and imaging studies have been reported. Regarding cadaveric studies : Lohr and Uthoff [1] have reported 32 % of partial rotator cuff tears examining 306 shoulders. Fukuda et al. [2] reported 27 % of DPRCT in 249 shoulders.

Clinical studies reported increasing percentage of DPRCT with the age of the subjects : Sher et al. [3] reported 96 asymptomatic shoulders examined with magnetic resonance imaging (MRI), subjects aged between 19 and 39 years old had 4 % of partial tears and patients older than 60 years 26 % had partial rotator cuff tears. Milgrom et al. [4] reported a prevalence of full or partial thickness tears of 5 % to 11 % in subjects aged 40 to 60 years and 80 % in subjects older than 70 years. All of them were examined with ultrasound (US). Finally, Connor et al. [5] reported a 40 % prevalence of full or partial thickness tears in the dominant shoulder in 20 asymptomatic elite overhead athletes examined with MRI.

Pathogenesis

The pathogenesis of DPRCT is either intrinsic or extrinsic or a combination of both.

Anatomical and biomechanical studies have shown that the articular side of the supraspinatus has an ultimate strength roughly half that of the bursal surface [6].

Intrinsic degeneration of the tendon is supported by the higher incidence reported with advancing age.

Several studies have reported age-related degenerative changes in the tendons : decreased cellularity, thinning of collagen fascicles, accumulation of dystrophic tissue, less blood supply in the articular side [7].

Extrinsic factors are traumatic injuries, gleno-humeral instability, and chronic micro-traumatic events as in the throwing overhead athletes (postero-superior internal impingement described by Walch [8]).

Classification

Since the first description of partial thickness tears by Codman [9] several classifications have been proposed in the last years. Ellman [10] presented a classification system based on arthroscopic findings in 120 arthroscopic subacromial decompressions. In his classification the location of the tear (A, articular; B, bursal; or C, intratendinous) and the depth of the tear (grade 1, <3 mm; grade 2, 3–6 mm; and grade 3, >6 mm) are noted so as the area of the tear (in square millimeters) [table 1].

One year later, Snyder et al. [11] described the PASTA (partial articular supraspinatus tendon avulsion) lesion in combination with a new classification system based on tear location and severity (0–4, normal to tear >3 cm) [table 2].

Table 1
Ellman's partial rotator cuff classification

Location	Grade	Area of defect
Partial-thickness tear (P) ^a		
A. Articular surface	1 : <3 mm deep	Base of tear × maximum retraction = mm ²
B. Bursal surface	2 : 3–6 mm deep	
C. Interstitial	3 : >6 mm deep	
Full-thickness tear (F)		
A. Supraspinatus	1 : Small, <2 cm	Base of tear × maximum retraction = mm ²
B. Infraspinatus	2 : Large, 2–4 cm	
C. Teres minor	3 : Massive, >5 cm	
D. Subscapularis	4 : Cuff arthropathy	

From : P. Habermeyer, P. Magosch, S. Lichtenberg. Classifications and scores of the shoulder. Berlin, Heidelberg : Springer; 2006.

Table 2
Classification of rotator cuff tears according to Snyder

Tendon (s) involved in tear
SS > Supraspinatus tendon
IS > Infraspinatus tendon
SbS > Subscapularis tendon
RI > Rotator interval
Location of tear
A > Articular surface
B > Bursal surface
C > Complete tear, connecting A to B
Severity of tear
0 > Normal cuff, with smooth coverings of synovium and bursa
I > Minimal superficial bursal or synovial irritation or slight capsular fraying in a small localized area; usually <1cm
II > Actual fraying or failure of some rotator cuff fibers in addition to synovial, bursal or capsular injury; usually <2 cm
III > More severe rotator cuff injury, including fraying and fragmentation of tendon fibers, often involving the whole surface of a cuff tendon (most often the supraspinatus); usually <3 cm
IV > Very severe partial rotator cuff tear that usually contains, in addition to fraying and fragmentation of tendon tissue, a sizable flap tear; usually larger in size than grade I–III and often encompass more than a single tendon

The recent classification proposed by Habermeyer et al. [12] incorporates both coronal and sagittal tear extensions to quantify articular-sided supraspinatus tendon tears (figures 1 and 2).

Clinical and arthroscopic diagnosis

A wide spectrum of clinical presentations is reported in case of DPRCT.

Patient may report a minimal pain or stiff painful shoulder. Some patient may refer nocturnal pain and/or pain exacerbated by overhead activity.

Physical examination may be non-univocal : specific test for rotator cuff may be negative or «painful».

The physician must be very careful to any instability form of the shoulder.

Several authors have studied the association of pain with partial-thickness tears.

Fukuda [2] reported different preoperative pain perception between patients with subacromial bursitis and/or partial-thickness tears compared with those with full-thickness tears. 73.3 % of patients with the DPRCT reported «more than moderate pain» (score on visual analog scale >5) preoperatively compared with 50% of patients with full-thickness tears, and bursal-sided tears were more painful than articular-sided tears.

Gotoh et al. [13] reported higher levels of substance P and immunoreactive nerve fibers in the subacromial bursae in patients with partial-thickness tears compared with patients with full-thickness tears. As these findings correlated with preoperative pain scores, the Author concluded that pain correlates with the degree of subacromial bursitis and not the degree or size of the rotator cuff tear.

The arthroscopy procedure is the gold standard for the diagnosis and assessment of DPRCT.

There are several methods for assessing the depth of the tear and the amount of the tendon involved. Some devices have been introduced in the market for this [11–14]. Our preferred method to calculate the exposed foot print and the eventual retraction of the tendon by the use of a 5 mm probe and a 3.5 tip of the full radius shaver [15].

Treatment options

In the literature there is not a consensus on a single algorithmic treatment approach for the patient with a symptomatic DPRCT. The treating clinicians must be aware of concomitant shoulder pathology which may cause the symptoms whenever they face a painful, dysfunctional shoulder.

General treatment options can be divided into non-operative and surgical arms.

Conservative treatment

In case of absence of severe pain and overt weakness most patients are treated nonsurgically.

Usually, activity modification with avoidance of overhead or painful activities are recommended. Anti-inflammatory drugs are usually used for pain relief and reduce inflammation, even if there is no evidence in the literature on their real effect.

Physical therapy such as ice, heat, ultrasonography, electrical stimulation or TECAR therapy are usually

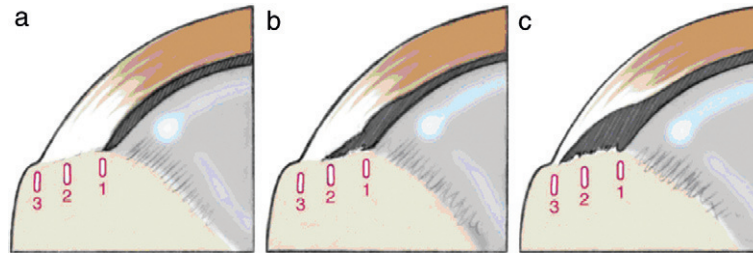


Figure 1. Longitudinal extension of articular-sided supraspinatus tendon tear in coronal plane. a. Type 1 tear : small tear within transition zone from cartilage to bone. b. Type 2 tear : extension of tear up to center of footprint. c. Type 3 tear : extension of tear up to greater tuberosity.

From : P. Habermeyer, et al. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 909-13.

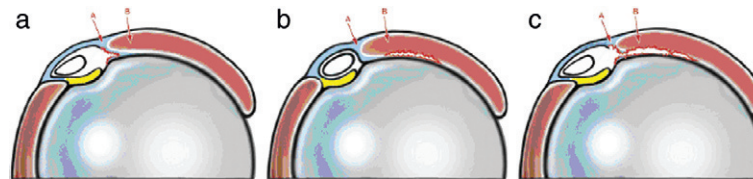


Figure 2. Sagittal extension of articular-sided supraspinatus tendon tear in transverse plane. a. Type A tear : tear of coracohumeral ligament continuing into medial border of supraspinatus tendon. b. Type B tear : isolated tear within crescent zone. c. Type C tear : tear extending from lateral border of pulley system over medial border of supraspinatus tendon up to area of crescent zone.

From : P. Habermeyer, et al. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 909-13.

used to decrease pain and associated muscle spasms so to increase shoulder range of motion.

Many overhead athletes may present posterior tightness of rotator cuff and capsule; in these cases the physiotherapist has to address specific exercises for posterior stretching of the capsule. In these particular patients, scapulo-thoracic dyskinesia is often associated and must be recognized and treated by the therapist. In fact, when the pain is decreased and the range of motion increases, a particular attention to the scapulo-thoracic and scapulo-humeral rhythm must be dedicated so to treat any abnormalities before starting the support program.

Strengthening of the rotator cuff is achieved with a program of progressive resistance exercises using elastic tubing and/or free weights initially with arc of motions lower than 90 degrees of anterior elevation and abduction.

Normal scapular motion is restored by reinforcement of lower trapezius and anterior serratus.

Proprioceptive training may be useful for reducing scapular dyskinesia and avoid secondary sub-acromial impingement.

In the later stage of rehabilitation, especially in elite athletes, eccentric strengthening and plyometric exercises can be introduced so to stimulate normal activities.

Sub-acromial or intra-articular injections may be useful for pain relief and/or diagnosis. Because of the

potential harmful effects of steroids on the articular cartilage and tendons, we usually recommend only two or three injections.

Surgical treatment

The optimal duration of conservative treatment and the timing of surgery in DPRCT have not been well defined yet. So far, there are no standardized, long-term follow-up studies evaluating the clinical outcomes of patients with DPRCT treated conservatively. Although available basic science indicates that tears progress with time, it is possible that patients may improve symptomatically and functionally with appropriate nonoperative treatments. However, operative intervention should be considered after 3 to 6 months of conservative treatment if the symptoms persist.

If operative treatment is chosen, the clinician must consider the overall constellation of symptoms and their improvement with time, as well as the patient's activity level and concomitant shoulder pathology.

The necessity and timing of surgery are influenced by patient-specific factors, including physical activity level, tear size, associated supposed lesions and level of competition of the athlete.

DPRCT can be well assessed and surgically treated only arthroscopically; debridement alone, debridement with acromioplasty or formal rotator cuff repair can be performed.

The choice depends on the depth, arthroscopic evidence of secondary impingement (frying of coraco-acromial ligament, rough acromion and bursitis), quality of the remaining tendon.

Tendon debridement

Tendon debridement may be the preferred surgical treatment in case of low demanding patients with a DPRCT <50 % of tendon thickness and healthy appearing surrounding tendon tissue.

Sub-acromial decompression must be kept in consideration in case of a fraying of the coraco-acromial ligament and presence of inferior spur coming down from the antero-lateral portion of the acromion. Anyway, the role of the acromioplasty is still controversial and not clearly delineated.

For a higher demand patient, such as manual worker or overhead athlete, a tear that is larger than 30 % of the tendon thickness may be repaired because of the patient's demand and the tendon's limited ability to heal after the simple debridement.

Debridement is necessary to remove the frayed capsule and have a good assessment of the depth of the tear. It is important to remove the degenerative and fragmented part of the tendon until the healthy part is uncovered. The healthy part of the tendon looks white and glistening with the longitudinal appearance of the fibers. The inspection of the bursal side of the cuff is important for the full assessment of the tendon's status.

Tendon repair

In the literature there is lack of guidelines for aggressive surgical treatment.

Our approach is the following : DPRCT must be repaired in young and high demanding patients when >30 % of thickness and >50 % of thickness if the patients are not high level athlete or lower demanding.

In our opinion arthroscopic procedure is the gold standard for the treatment of this kind of rotator cuff lesions.

Arthroscopy is performed in lateral decubitus and posterior portal used to introduce the scope and an anterior portal I established to position the working cannula.

After debridement of the tendon lesion and of the exposed humeral footprint, the adequate angle for the introduction of the suture anchor is searched with a spinal needle introduced just adjacent to the lateral margin of the acromion and passed through the skin, deltoid and remnant cuff tendon. When it is well

assessed, the spinal needle is left in position and the scope is moved in the subacromial space where debridement and partial removal of the bursa is recommended in order to avoid trouble suture retrieving in the final steps of the procedure. At this time the scope and the anterior cannula are repositioned in the articular space. A suture anchor (double or triple loaded) is then introduced through a skin stab and following the direction of the previously placed spinal needle to guarantee appropriate approach for the introduction in the uncovered footprint.

A spinal needle loaded with a No. 1 monofilament absorbable suture (PDS; Ethicon, Norwood, Massachusetts) is then introduced percutaneously lateral to the edge of the acromion. It is passed through the bursal side of the remaining cuff and through a healthy portion of the articular tendon. The suture is used to «shuttle» the 2 or 3 anchored sutures through the edge of the partial cuff tear.

Finally all the sutures are retrieved and tied in the subacromial space.

All the steps are illustrated in the [figure 3](#).

Surgical treatment result

Few reports have focused on the results of surgical treatment of DPRCT. Most studies are poorly controlled, with different outcome measures and only few of them address tendon integrity after tear debridement or repair. In addition often the reports don't separate DPRCT from bursal sided or intra-tendineous rotator cuff tears. So, when not reported the side of the tear, we report the results of partial rotator cuff tear (PRCT).

Tendon debridement

Debridement with or without acromioplasty usually has a satisfactory outcome when performed in lower demanding patients and thickness tear lower than 50 %.

Most studies satisfactory outcomes in 75 % to 88 % of PRCT at short term follow up after arthroscopic debridement with or without acromioplasty [16–18].

A recent study of 62 shoulders in 60 patients with average age 46 years treated with arthroscopic debridement alone reported that at an average 9.5 year follow up, only 39 % of patients returned for physical examination. 79 % of them had a good or excellent outcome at the University of California Los Angeles (UCLA) Shoulder Scale in comparison with 86 % at 4.5 year follow up. Four patients required additional surgery for repair of a full-thickness rotator cuff tear. The results

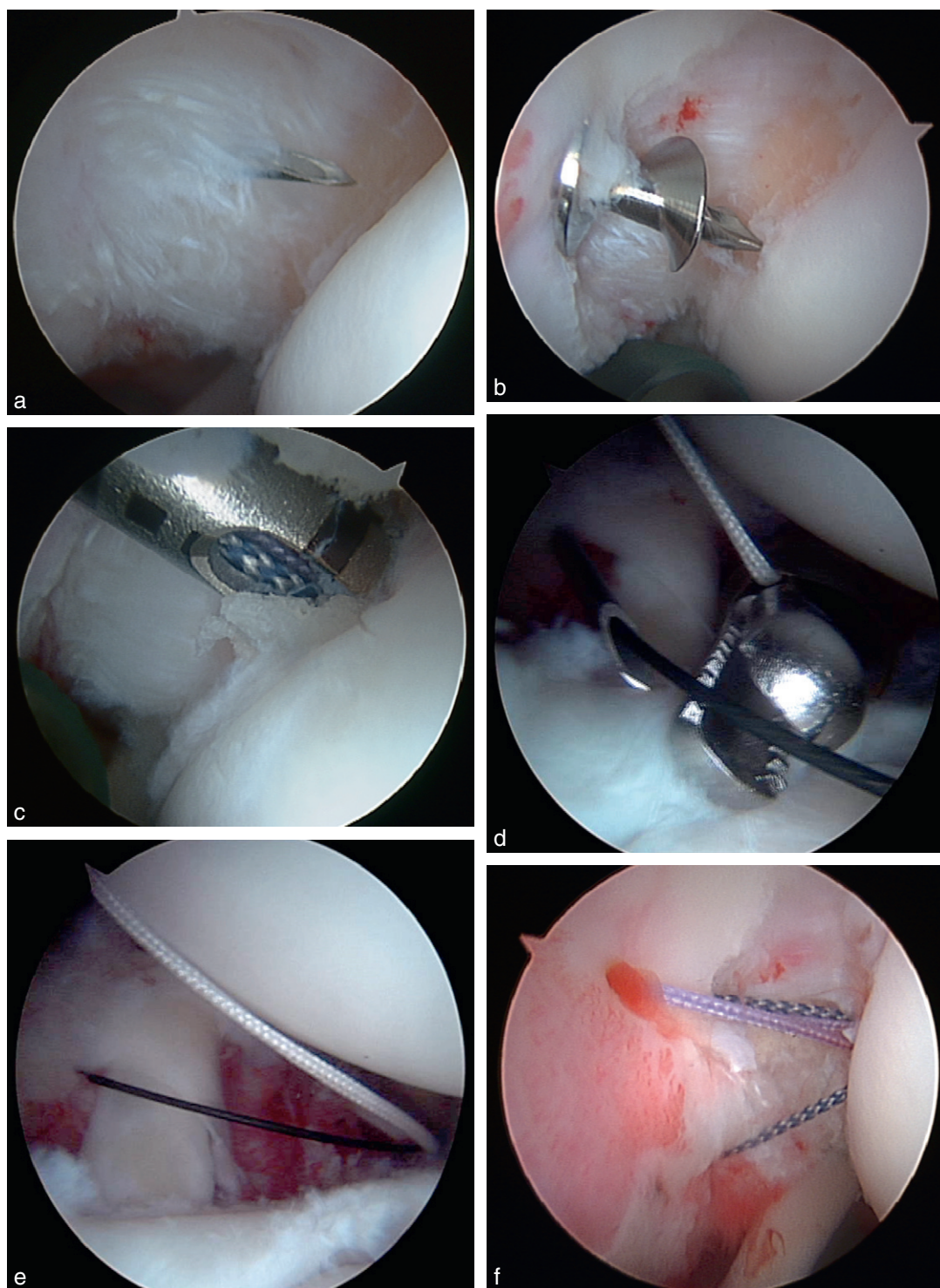


Figure 3. Transtendon repair: the main steps. a. Searching the appropriate angle with the spinal needle. b,c. Insertion of the anchor. d,e. Suture carried by the shuttle. f. Sutures in position.

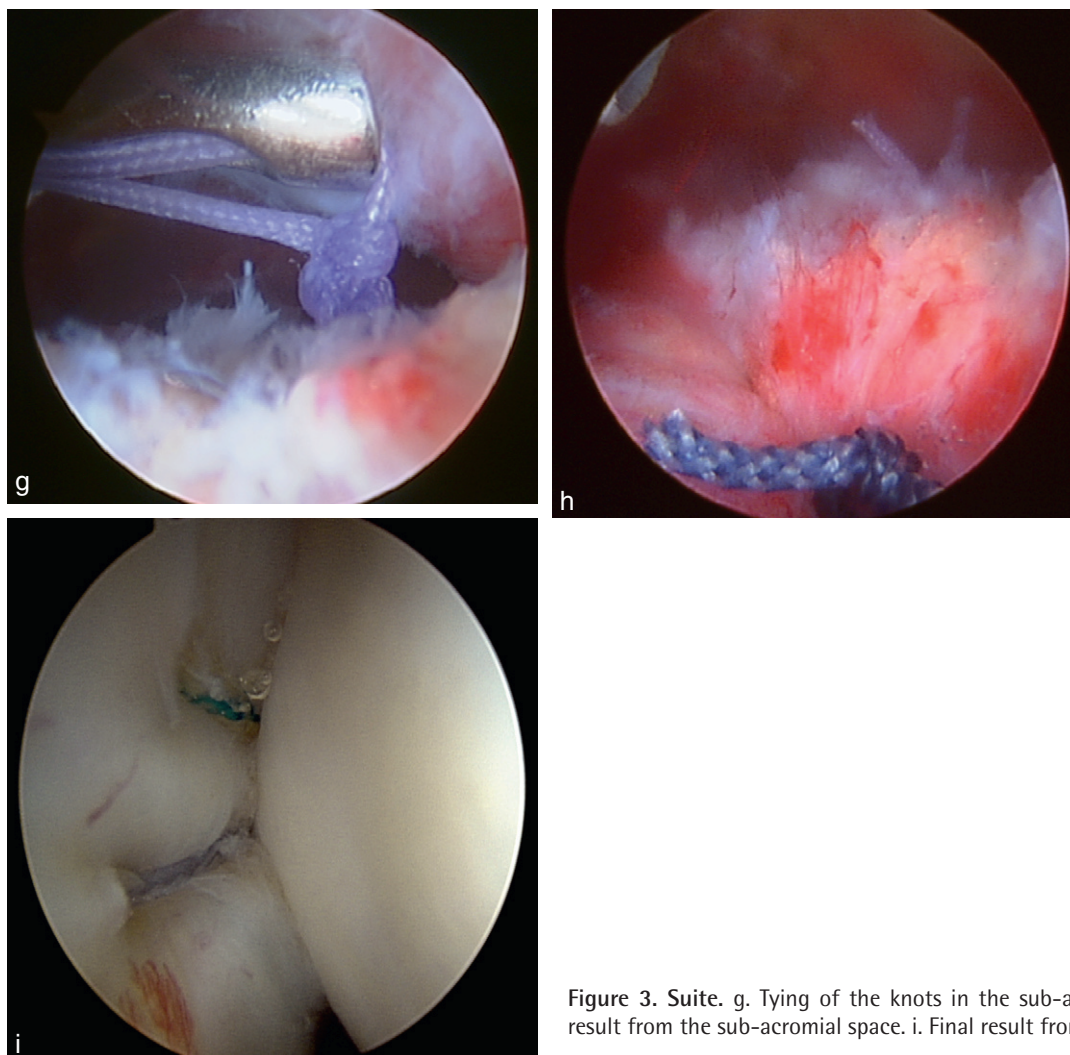


Figure 3. Suite. g. Tying of the knots in the sub-acromial space. h. Final result from the sub-acromial space. i. Final result from the articular side.

of surgery were negatively influenced by the depth of the tear. Only 54 % of patients with a >50 % tendon thickness tear had good or excellent result compared with 84 % of good or excellent result in case of <50 % thickness involved. Factors not correlated with the final outcome were : patient's age, gender, arm dominance, presence of a bursal sided tear [19].

In the last years debridement alone is limited by the concern of a tear progression due to the poor intrinsic tendon healing process.

Some authors reported progression of partial tendon tear to full thickness tear after debridement in 34.6 % of patients at minimum 5 years of follow up. Their final consideration was to repair the PRCTs because debridement alone doesn't protect the tendon from further degeneration [20].

Tendon repair

The available studies of surgical treatment of PRCT are limited to higher grade of lesion (>50 %).

When compared with debridement alone, some authors reported better results in the repaired groups [21,22].

Some authors reported in 22 patients with average age 42 years, PASTA tears repaired using arthroscopic transtendon suture anchors technique. The tear depth ranged from 30 % to 70 % of tendon thickness and 45 % of patients reported a history of trauma. At an average 16 month follow up the average UCLA score improved from 17.1 to 31.2 points. 86 % of patients had good or excellent result and 91 % were satisfied with the result [23].

PASTA (partial articular supraspinatus tendon avulsion) lesions are post-traumatic and need surgical repair [24].

We reported 54 patients with average age 56.8 years (range 31–71) who underwent arthroscopic transtendon repair for DPRCT. 98 % of patients reported pain

relief and improvement of the shoulder scores (UCLA, Constant, Simple Shoulder Test). A residual discomfort was reported in some patients (41 %). Patients with non discomfort had less tendon retraction, a larger footprint exposure, of younger age and a clinical history of trauma [15].

RÉFÉRENCES

- [1] Lohr JF, Uthoff HK. The pathogenesis of degenerative rotator cuff tears [abstract]. *Orthop Trans* 1987; 11 : 237.
- [2] Fukuda H. Partial-thickness rotator cuff tears : a modern view on Codman's classic. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9 : 163–8.
- [3] Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77 : 10–5.
- [4] Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator cuff changes in asymptomatic adults : the effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77 : 296–8.
- [5] Connor PM, Banks DM, Tyson AB, Coumas JS, D'Alessandro DF. Magnetic resonance imaging of the asymptomatic shoulder of overhead athletes : a 5-year follow-up study. *Am J Sports Med* 2003; 31 : 724–7.
- [6] Nakajima T, Rokuuma N, Hamada K, Tomatsu T, Fukuda H. Histologic and biomechanical characteristics of the supraspinatus tendon : reference to rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg* 1994; 3 : 79–87.
- [7] Sano H, Ishii H, Trudel G, Uthoff HK. Histologic evidence of degeneration at the insertion of 3 rotator cuff tendons : a comparative study with human cadaveric shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8 : 574–9.
- [8] Walch G, Boileau P, Noel E, et al. Impingement of deep surface of supraspinatus tendon on the posterior glenoid rim : an arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg* 1992; 1 : 238–45.
- [9] Codman EA. The shoulder : rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. Boston : Tomas Todd; 1934.
- [10] Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 64–74.
- [11] Snyder SJ, Pachelli AF, Del Pizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears : results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy* 1991; 7 : 1–7.
- [12] Habermeyer P, Kreiter C, Tang KL, Lichtgenberg S, Magosch P. A new arthroscopic classification of articular-sided supraspinatus footprint lesions : a prospective comparison of Snyder's and Ellman's classification. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 909–13.
- [13] Gotoh M, Hamada K, Yamakawa H, Inoue A, Fukuda H. Increased substance P in the subacromial bursa and shoulder pain in rotator cuff diseases. *J Orthop Res* 1998; 16 : 618–21.
- [14] Fukuda H, Craig EV, Yamanaka K. Surgical treatment of incomplete thickness tears of rotator cuff : long-term follow-up. *Orthop Trans* 1987; 11 : 237–8.
- [15] Castagna A, Delle Rose G, Conti M, Snyder SJ, Borroni M, Garofalo R. Predictive factors of subtle residual shoulder symptoms after transtendinous arthroscopic cuff repair : a clinical study. *Am J Sports Med* 2009; 37 : 103–8.
- [16] Patel VR, Singh D, Calvert PT, Bayley JL. Arthroscopic subacromial decompression : results and factors affecting outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8 : 231–7.
- [17] Gartsman GM, Milne JC. Articular surface partial thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4 : 409–15.
- [18] Payne LZ, Altheck DW, Craig EV, Warren RF. Arthroscopic treatment of partial rotator cuff tears in young athletes : A preliminary report. *Am J Sports Med* 1997; 25 : 299–305.
- [19] Budoff JE, Rodin D, Ochiai D, Nirschl RP. Arthroscopic rotator cuff debridement without decompression for the treatment of tendinosis. *Arthroscopy* 2005; 21 : 1081–9.
- [20] Kartus J, Kartus C, Rostgård-Christensen L, Sernert N, Read J, Perko M. Long-term clinical and ultrasound evaluation after arthroscopic acromioplasty in patients with partial rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2006; 22(1) : 44–9.
- [21] Wright SA, Cofield RH. Management of partial-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5 : 458–66.
- [22] Weber SC. Arthroscopic debridement and acromioplasty versus mini-open repair in the treatment of significant partial thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1999; 15 : 126–31.
- [23] Waibl B, Buess E. Partial-thickness articular surface supraspinatus tears : A new transtendon suture technique. *Arthroscopy* 2005; 21 : 376–81.
- [24] Millstein ES, Snyder SJ. Arthroscopic management of partial, full-thickness, and complex rotator cuff tears : indications, techniques, and complications. *Arthroscopy* 2003; 19 (Suppl. 1) : 189–99.

Ruptures superficielles de la coiffe des rotateurs

A. GODENÈCHE^{1,2}

RÉSUMÉ

Les ruptures partielles de la face superficielle de la coiffe des rotateurs sont fréquentes et volontiers invalidantes sur le plan fonctionnel. Leur physiopathologie fait principalement intervenir des causes extrinsèques mécaniques (conflit sous-acromial), mais les causes intrinsèques au tendon interviennent aussi en proportion variable, de même qu'un éventuel contexte traumatique. Cliniquement, ces lésions sont présentes sous la forme d'une épaule douloureuse avec un testing de la coiffe le plus souvent douloureux mais non déficitaire. Le diagnostic précis est réalisé par l'imagerie, l'IRM étant l'examen de choix. L'échographie peut aussi être un bon examen, mais l'arthroscanner est par définition négatif dans ce type de lésion. L'histoire naturelle montre que ces lésions partielles ne cicatrisent pas spontanément. En cas d'échec du traitement médical, le traitement chirurgical donne de bons résultats. La décompression sous-acromiale par une acromioplastie arthroscopique est efficace pour des lésions peu étendues, mais la réparation tendineuse par arthroscopie est aujourd'hui le traitement de choix des lésions de plus de 50 % de l'épaisseur tendineuse. Les réparations arthroscopiques des lésions étendues permettent d'obtenir des résultats cliniques satisfaisants et un taux de cicatrisation tendineuse proche de 90 %.

Mots clés : Coiffe des rotateurs. – Ruptures partielles superficielles. – Arthroscopie.

ABSTRACT – PARTIAL BURSAL-SIDE IN ROTATOR CUFF PATHOLOGY

Partial bursal-side tears are frequent in rotator cuff pathology. Etiopathogeny is mainly extrinsic mechanical factors (impingement syndrome) but it seems a multifactorial association with intrinsic tendinous factors and trauma. Clinically, the complaint is a painful shoulder and the rotator cuff examination does not shown weakness. Diagnosis is confirmed by ultrasound or/and arthro-MRI. Natural history shows that partial tears do not heal. Isolated acromioplasty permit to obtain pain relief but not evolution to full-thickness tear when the lesion concerns more than 50% of the thickness of the tendon. In these cases, arthroscopic tendon repair gives good and reliable results.

Keywords: Rotator cuff. – Bursal-side lesion. – Arthroscopy.

Introduction

On appelle « rupture partielle de la coiffe des rotateurs » toute lésion de la coiffe des rotateurs qui comprend une interruption anatomique des fibres tendineuses ne concernant qu'une partie de l'épaisseur du tendon. La rupture partielle s'oppose à la rupture transfixiante mettant en communication l'articulation glénohumérale et la bourse sous-acromiale. Il ne s'agit pas, comme

cela peut être écrit dans certains comptes rendus d'imagerie, d'une rupture transfixiante ne concernant qu'une partie des tendons de la coiffe des rotateurs. De même, la notion de rupture partielle exclut les tendinopathies non rompues au sens large (tendinites, tendinoses...), bien que les associations soient possibles.

Les ruptures partielles superficielles siègent sur la face bursale du tendon par opposition aux ruptures partielles profondes siégeant à la face articulaire du

¹Centre orthopédique Santy, 24, avenue Paul-Santy, 69008 Lyon, France.

²Hôpital privé Jean-Mermoz, 55, avenue Jean-Mermoz, 69008 Lyon, France.

tendon et aux ruptures interstitielles siégeant dans l'épaisseur même du tendon. Elles ont été évoquées initialement par Codman en 1934 [5] et décrites sur le plan anatomopathologique par Fukuda [9,11,12]. D'après les études cadavériques, l'incidence des lésions partielles est évaluée entre 15 % et 35 % et augmente avec l'âge. Pour Yamanaka [31], les lésions partielles sont deux fois plus fréquentes que les lésions transfixiantes (14,5 % vs 7,9 %). Les lésions superficielles (2,6 %) sont moins fréquentes que les lésions partielles profondes (4 %) et que les lésions interstitielles (7,9 %). Les ruptures partielles concernent essentiellement le tendon supraspinatus, mais non exclusivement.

Physiopathologie

La théorie mécanique extrinsèque développée par Neer en 1983 [21] semble être l'hypothèse physiologique prédominante pour les ruptures superficielles. Les tendons de la coiffe des rotateurs et en particulier le supraspinatus, développant des rapports étroits avec l'arche acromiocracôidienne, subissent une agression mécanique se traduisant par un conflit. Lors de l'élévation du bras, sous l'action puissante du deltoïde, le tendon supraspinatus entre en contact avec la partie antérieure de l'acromion. Ce contact est physiologique si l'ensemble des tendons de la coiffe remplit son rôle de recentrage de la tête sur la glène. La répétition

de ce contact, l'apparition d'un facteur extérieur agressif modifiant les rapports anatomiques (enthésophyte), la modification de l'épaisseur du tendon (tendinopathie) ou le déséquilibre de la coiffe n'assurant plus son rôle de centrage sont autant d'événements susceptibles d'être à l'origine d'un conflit mécanique avec l'acromion [2, 22] (figures 1 et 2). De récentes études ont confirmé la relation certaine entre les ruptures partielles superficielles du supraspinatus et la forme de l'acromion [18]. La responsabilité directe de l'acromion serait plus fréquente chez les personnes âgées, faisant évoquer une évolution dégénérative plutôt qu'une morphologie constitutionnelle [28].

Néanmoins, la théorie intrinsèque initialement proposée par Codman [5] intervient probablement, et ses deux théories sont complémentaires voire intriquées. La lésion intrinsèque initiale du tendon affecte sa fonction, générant un déséquilibre fonctionnel accentuant les contraintes entre la coiffe et la face inférieure de la voûte. Il se produit alors un conflit secondaire qui va aggraver les lésions tendineuses. Chard [4] a d'ailleurs montré que les lésions de la face inférieure de l'acromion pourraient être la conséquence et non la cause de ces lésions.

À ces théories, il faut ajouter un éventuel contexte traumatique ou microtraumatique qui fait que l'origine de ces lésions partielles superficielles de la coiffe des rotateurs est probablement multifactorielle.

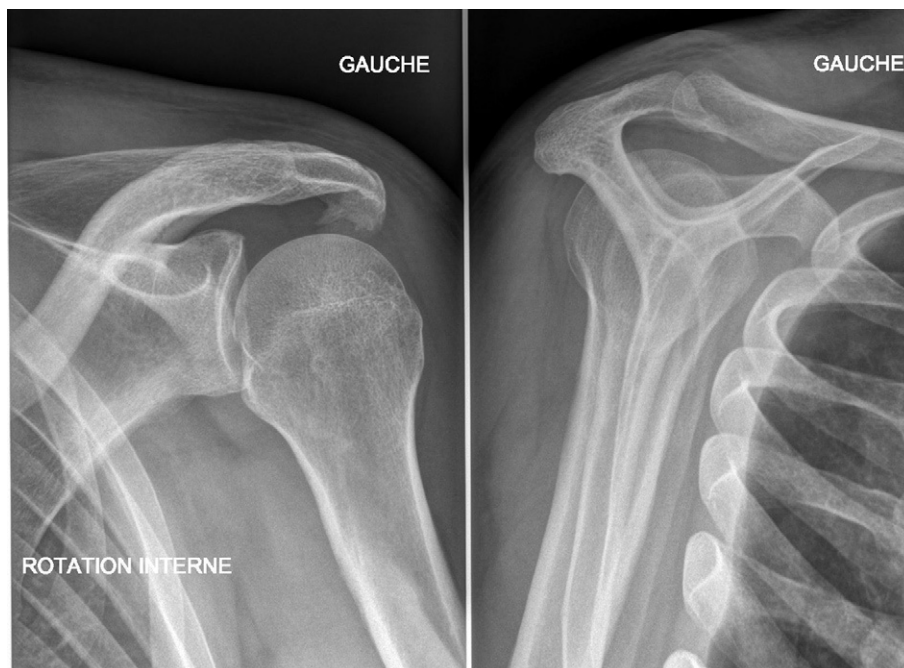


Figure 1. Acromion agressif avec enthésophyte.

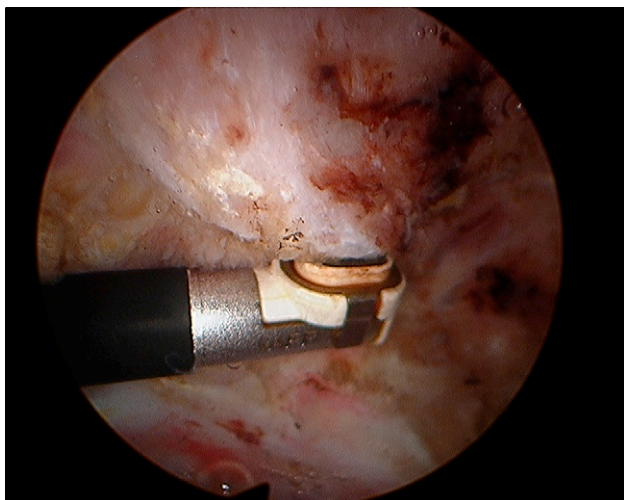


Figure 2. Aspect arthroscopique d'un bec acromial agressif.

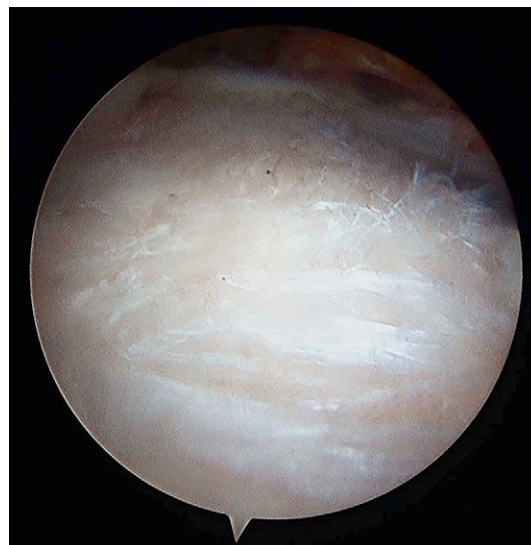


Figure 3. Lésion au stade 1 d'Ellman.

Anatomopathologie, classification de la lésion

Les ruptures partielles superficielles touchent l'épaisseur du tendon de façon variable, provoquant une rupture distale des quatre zones normales d'insertion du tendon. Le moignon tendineux proximal apparaît toujours hypovascularisé et recouvert de fibrines, alors que le moignon distal sur le trochiter apparaît hypervascularisé [10,11].

Différents auteurs ont proposé une classification de ces lésions afin de standardiser le diagnostic et le traitement. Ellman [7] a proposé une classification en trois stades en fonction de la sévérité de la lésion en rapport avec l'épaisseur du tendon. Le stade 1 correspond à une rupture tendineuse de moins de 3 mm de profondeur (figure 3). Le stade 2 correspond à une lésion de 3 à 6 mm de profondeur, soit moins de la moitié de l'épaisseur du tendon concerné. Le stade 3 correspond à une lésion de plus de 6 mm de profondeur, soit plus de la moitié de l'épaisseur du tendon concerné (figure 4). De nombreux auteurs utilisent la notion de plus ou moins 50 % de l'épaisseur du tendon pour évaluer les indications et les résultats des différents traitements, et opposent donc souvent les stades 1 et 2 d'Ellman au stade 3. Cette classification garde un intérêt certain en regard de l'évolutivité des lésions et de l'analyse des traitements [19,23].

Snyder [25] a proposé une classification fondée sur l'étendue de la lésion. La lésion est classée type A pour les lésions partielles profondes articulaires et type B pour les lésions superficielles bursales.

Un coefficient de 0 à 4 est ajouté en fonction de l'étendue de la lésion (stade 0 : stade normal, stade 1 : frying

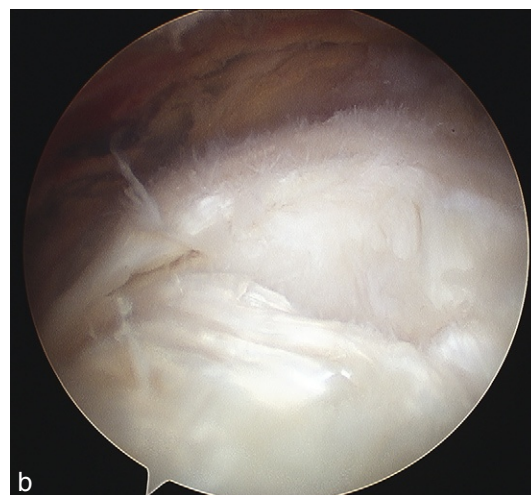
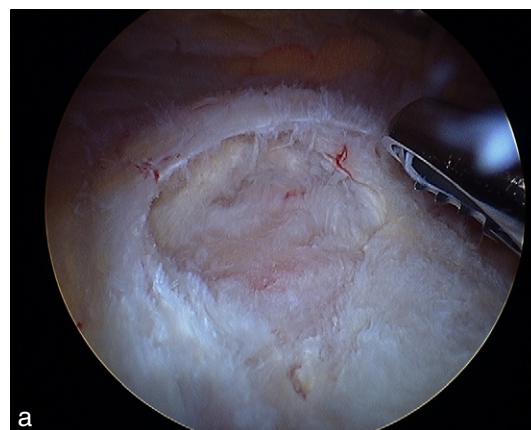


Figure 4. a, b. Deux exemples d'une lésion au stade 3 d'Ellman.

inférieur à 2 cm, stade 2 : lésion modérée de 1 à 2 cm, stade 3 : lésion de 2 à 3 cm, stade 4 : lésion complexe avec éventuel flap dépassant 3 cm en taille).

La classification d'Ellman et surtout la notion « de plus ou moins la moitié (50 %) de l'épaisseur tendineuse » restent aujourd'hui les critères les plus utilisés dans la littérature.

Histoire naturelle

Il semble acquis que l'évolution spontanée vers la cicatrisation n'est pas la règle. Fukuda [10] n'a jamais observé de processus de réparation quel que ce soit le type de rupture partielle. Le traitement conservateur et la réalisation d'une acromioplastie isolée ne peuvent s'opposer à la détérioration du résultat clinique et à l'aggravation anatomique de la lésion tendineuse [14,17]. De même, la réalisation d'un débridement tendineux ne permet pas d'obtenir la cicatrisation tendineuse [3,29]. Ces observations vont dans le sens d'une pathologie intrinsèque concernant le tendon. Les lésions les plus sévères (stade 3 d'Ellman) ont un potentiel d'évolution vers la rupture transfixiante et les travaux du symposium de la Société française d'arthroscopie de 2003 [23] ont montré que la lésion tendineuse de stade 3 est un facteur d'échec précoce des acromioplasties isolées et que la réparation de ces lésions permet d'obtenir le meilleur résultat. Néanmoins, il n'a pas été possible de mettre en évidence de lien entre les lésions modérées de stade 1 voire 2 et les lésions avancées de stade 3. Certaines lésions ont une évolution lente ou se stabilisent et des facteurs anatomiques intrinsèques associés interviennent probablement, ainsi que des facteurs environnementaux.

Examen clinique

Il s'agit d'une épaule douloureuse mais classiquement non déficitaire. La douleur et la gêne fonctionnelle sont souvent très importantes dans ces lésions de la face superficielle de la coiffe des rotateurs, avec volontiers un réveil nocturne et une impotence lors de la mobilisation du membre supérieur. Même si elles sont laborieuses, les mobilités sont complètes et symétriques aussi bien en actif qu'en passif s'il n'y a pas une composante de raideur secondaire surajoutée. Il existe volontiers un arc douloureux avec sensation d'accrochage sous-acromiale entre 60 et 120° d'élévation antérieure lors de la montée ou de la descente du bras. Les tests de conflit (signe de Neer, signe de Hawkins, signe de Yocum) sont souvent positifs mais peu spécifiques et orientent peu le diagnostic. Bien que dou-

loueux, les différents tests de la coiffe des rotateurs ne sont le plus souvent pas déficitaires. Néanmoins, l'observation d'un test de Jobe positif déficitaire peut s'observer dans un cas de lésion de stade 3 d'Ellman du supraspinatus.

L'examen clinique permet le plus souvent d'orienter vers une pathologie de la coiffe des rotateurs, mais rarement d'affirmer l'existence d'une lésion partielle.

Examens paracliniques, imagerie

Radiographies standard

Un bilan radiographique standard doit être systématique. Il comporte au moins un cliché de face en double obliquité et un profil d'omoplate (profil de Lamy ou « outlet view »). Dans le cadre d'une lésion chronique, il peut être normal ou montrer des signes indirects de pathologie de la coiffe au niveau de son insertion sur le trochiter : géodes, sclérose localisée ou irrégularité du contour osseux. Le bilan radiographique standard permet d'apprécier la forme de l'acromion selon la classification de Bigliani et Morrison [2,22] : cette classification distingue les acromions plat, courbe ou crochu. L'incidence de Liotard [20], comparative, réalisée avec un rayon descendant, permet l'analyse précise du bec acromial différenciant l'enthésophyte et l'acromion crochu. En postopératoire, elle est intéressante pour étudier la qualité de réalisation d'une acromioplastie. L'existence d'un acromion crochu doit faire évoquer sa participation dans le processus lésionnel et orienter vers la réalisation d'une acromioplastie. La mesure de la distance acromiohumérale est toujours normale, supérieure ou égale à 7 mm dans un contexte de lésion de la face superficielle du tendon supraépineux.

Échographie

Même si elle reste un examen opérateur-dépendant, l'échographie est un très bon examen d'orientation dans un contexte de rupture de la face superficielle de la coiffe des rotateurs. Le diagnostic de rupture partielle ne peut pas toujours être affirmé lors de cet examen, mais des signes indirects peuvent le faire évoquer, et notamment un épanchement dans la bourse sous-acromiale [15,26]. Ces signes sont d'autant plus importants qu'un arthroscanner, comme nous le verrons ultérieurement, peut être strictement normal dans une telle situation, les signes échographiques pouvant faire poser ainsi une indication logique d'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Arthroscanner

En dehors d'éventuelles lésions intra-articulaires associées, l'arthroscanner est strictement normal dans un contexte de lésion de la face superficielle de la coiffe des rotateurs, qui en constitue donc les limites avec l'impossibilité d'explorer l'espace sous-acromial. Devant un tableau clinique évoquant de façon nette une pathologie de la coiffe des rotateurs, un arthroscanner normal doit donc faire poser une indication d'exploration de la face superficielle de la coiffe des rotateurs et de l'espace sous-acromial par une IRM ou éventuellement par une échographie première.

IRM et arthro-IRM

L'IRM est l'examen de référence pour le diagnostic et l'évaluation des ruptures partielles superficielles [27]. Elle permet de mettre en évidence la lésion et un éventuel épanchement bursal associé. Les limites de l'IRM restent les lésions de petite taille et les lésions antérieures. Il est également parfois difficile de distinguer une tendinopathie sévère non rompue d'une rupture tendineuse. De même, il peut être difficile de distinguer une rupture partielle superficielle d'une rupture ponctuellement transfixiante : l'arthro-IRM (combinant théoriquement les avantages de l'arthroscanner et de l'IRM) est alors peut-être plus fiable pour le diagnostic des lésions transfixiantes [8]. Un épanchement majeur dans l'espace sous-acromial associé à une lésion tendineuse mais sans aucun épanchement intra-articulaire glénohuméral est en faveur d'une lésion isolée de la face superficielle de la coiffe des rotateurs.

Traitement

Différentes thérapeutiques

Traitements médicaux

Comme pour toutes les pathologies de la coiffe des rotateurs, une raideur articulaire doit être prise en charge pour permettre au patient de récupérer des amplitudes articulaires complètes et symétriques. Des séances de rééducation, notamment en balnéothérapie, peuvent être prescrites, associées à un protocole d'autoétirements. Des infiltrations de corticoïdes peuvent être utiles pour aider le sujet à récupérer ses amplitudes articulaires.

Même en dehors de toutes raideurs articulaires, des infiltrations de corticoïdes constituent un traitement de choix dans ces lésions partielles superficielles de la coiffe des rotateurs. Dans une telle pathologie,

il est logique qu'elles soient réalisées dans l'espace sous-acromial. Elles sont aujourd'hui beaucoup mieux réalisées sous contrôle radiographique ou échographique.

Un traitement classique antalgique et anti-inflammatoire peut être efficace, de même qu'une adaptation dans la vie quotidienne, en évitant au maximum les gestes répétitifs ou en force avec les bras en élévation.

Traitements chirurgicaux

Les gestes chirurgicaux sont aujourd'hui dans la grande majorité des cas réalisés par arthroscopie. Deux types de geste chirurgical arthroscopique existent aujourd'hui dans le cadre des ruptures de la face superficielle de la coiffe des rotateurs :

- la décompression sous-acromiale : l'acromioplastie permettant la résection d'un bec acromial agressif et d'un éventuel enthésophyte a aujourd'hui remplacé l'acromionectomie initialement proposée par Neer et totalement abandonnée à ce jour. Il y est associé une section du ligament acromioclaviculaire plutôt qu'une véritable résection de ce dernier, une bursectomie plus ou moins large et un éventuel débridement de la lésion tendineuse ;
- la réparation tendineuse, aujourd'hui plus souvent réalisée par arthroscopie plutôt que par une incision de type mini-open ou à ciel ouvert, est le traitement de choix des lésions superficielles étendues. Elle peut être réalisée soit en conservant les fibres profondes non rompues, soit après totalisation de la rupture. Elle est alors effectuée selon les mêmes techniques que dans le cadre des ruptures transfixiantes.

Indications thérapeutiques

Il est logique de débiter par un traitement médical pour ce type de lésion de la face superficielle de la coiffe des rotateurs, ce d'autant que le patient est âgé, peu actif et qu'il s'agit d'une lésion dégénérative. Ce traitement consistera en des séances de rééducation, surtout si le patient présente une raideur articulaire, associées à un traitement antalgique voire anti-inflammatoire et à une ou deux infiltrations de corticoïdes réalisées sous contrôle radiographique. Le traitement chirurgical de ces lésions devra être discuté en cas de symptômes persistants et de gêne fonctionnelle importante malgré ce traitement médical bien conduit. Néanmoins, un traitement chirurgical par arthroscopie doit être indiqué plus rapidement s'il s'agit d'un sujet jeune, d'autant plus qu'il est actif et sportif et qu'il s'agit d'une lésion initialement traumatique.

Pour les lésions inférieures à 50 % de l'épaisseur tendineuse, a fortiori inférieures à 3 mm (stade 1 d'Ellman), une acromioplastie associée à un débridement tendineux est indiquée. Park [24] obtient 86 % de résultats satisfaisants à 2 ans après acromioplastie-débridement pour des lésions de moins de 50 % de l'épaisseur tendineuse. Néanmoins, Cordasco [6] retrouve un taux d'échec important après acromioplastie et débridement en cas de lésions d'Ellman 1 et 2, et préconise une réparation tendineuse plus qu'un débridement dès le stade 2 d'Ellman. Les résultats obtenus par Wolff [30] vont dans le même sens, avec de bons résultats à moyen terme après réparation, sans totaliser la rupture par arthroscopie pour des lésions de plus de 3 mm.

Pour les lésions de plus de 50 % de l'épaisseur tendineuse, un consensus semble s'établir pour une réparation des lésions plus qu'un geste d'acromioplastie et de débridement tendineux. Kartus [17] a mis en évidence que 35 % des lésions évoluaient vers une rupture transfixiante 5 ans après une acromioplastie et un débridement tendineux, et Weber [29] obtient de meilleurs résultats avec des réparations tendineuses par technique de mini-open en comparaison avec des patients ayant bénéficié d'une acromioplastie et d'un débridement tendineux. Kamath et Yamaguchi [16] obtiennent 88 % de cicatrisation tendineuse et de bons résultats cliniques après totalisation et réparation arthroscopique de ruptures de plus de 50 % de l'épaisseur tendineuse. Deutsch [1] obtient lui aussi de bons résultats cliniques après totalisation et réparation arthroscopique des ruptures partielles de plus de 50 % de

l'épaisseur tendineuse. L'ensemble de ces résultats est tout à fait concordant avec la méta-analyse de Fukuda [13], qui met en évidence de bons résultats après réparation des lésions étendues partielles de la coiffe des rotateurs.

Conclusion

Les ruptures partielles superficielles de la coiffe des rotateurs sont fréquentes et le tableau clinique est volontiers bruyant, avec une impotence fonctionnelle douloureuse souvent importante. Le traitement médical de choix consiste en la réalisation d'une infiltration de corticoïdes dans l'espace sous-acromial, sous contrôle radiographique, pour les lésions peu étendues et les sujets peu actifs.

En cas d'échec de ce traitement médical ou d'emblée, pour des lésions étendues chez des patients jeunes, actifs, et d'autant plus qu'il s'agit d'un contexte traumatique initial, on peut proposer un traitement chirurgical, aujourd'hui le plus souvent arthroscopique. Alors qu'une décompression sous-acromiale avec acromioplastie peut suffire pour des lésions de faible profondeur, une réparation tendineuse doit être envisagée pour les lésions de plus de la moitié de l'épaisseur tendineuse, soit en conservant les fibres profondes non désinsérées, soit, le plus souvent, en totalisant la rupture. L'analyse de la littérature permet de mettre en évidence de bons résultats cliniques dans ces traitements chirurgicaux arthroscopiques de réparation tendineuse, avec des taux de cicatrisation tendineuse très satisfaisants.

RÉFÉRENCES

- [1] Allen D. Arthroscopic repair of partial-thickness tears of the rotator cuff. *J Shoulder Surg* 2007; 193-201.
- [2] Bigliani LU, Morrison DS, April EW. The morphology of the acromion in its relationship to rotator cuff-tears. *Orthop Trans* 1986; 10 : 228.
- [3] Budoff JE, Nirschl RP, Guidi EJ. Debridement of partial thickness tears of the rotator cuff without acromioplasty. Long-term follow-up and review of the literature. *J Bone Joint Surg* 1998; 80A : 733-48.
- [4] Chard MD, Hazleman R. Shoulder disorders in the elderly (a hospital study). *Ann Rheum Dis* 1987; 46 : 684-7.
- [5] Codman EA. Rupture of the supraspinatus tendon. In : *The shoulder*. Boston : Thomas Todd; 1934. p. 123-77.
- [6] Cordasco FA, Backer M, Craig EV, Klein D, Warren RF. The partial-thickness rotator cuff tear : is acromioplasty without repair sufficient? *Am J Sports Med* 2002; 30 : 257-60.
- [7] Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 254 : 64-74.
- [8] Ferrari FS, Governi S, Buresi F, Vigni F, Stefani P. Supraspinatus tendon tears : comparison of US and MR arthrography with surgical correlation. *Eur Radiol* 2002; 12(5) : 1211-7.
- [9] Fukuda H, Hamada K, Nakajima T. Pathology and pathogenesis of the intratendinous tearing of the rotator cuff viewed from en bloc histologic sections. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 304 : 60-7.
- [10] Fukuda H, Hamada K, Yamanada N, Tomonaga A, Goto M. Pathology and pathogenesis of partial thickness cuff tears. In : Gazielly DF, Gleize P, Thomas T, editors. *The cuff*. Paris : Elsevier; 1997. p. 234-7.
- [11] Fukuda H, Hamada K, Yamanaka K. Pathology and pathogenesis of bursal side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 254 : 75-80.
- [12] Fukuda H, Mikasa M, Ogawa K, Yamanaka K, Hamada K. The partial thickness tears of rotator cuff. *Orthop Trans* 1983; 7 : 137.
- [13] Fukuda H. The management of partial-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85B(1).
- [14] Hyvönen P, Lohi S, Jalovara P. Open acromioplasty does not prevent the progression of an impingement syndrome to tear. *J Bone Joint Surg* 1998; 80B : 813-6.
- [15] Jacobson JA, Lancaster S, Prasad A, Van Holsbeeck MT, Craig JG, Kolowich P. Fullthickness and partial-thickness

- supraspinatus tendon tears : value of US signs in diagnosis. *Radiology* 2004; 230 : 234–42.
- [16] Kamath G, Galatz LM, Keener JD, Teefey S, Middleton W, Yamaguchi K. Tendon integrity and functional outcome after arthroscopic repair of high-grade partial-thickness supraspinatus tears. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91 : 1055–62.
- [17] Kartus J, Kartus C, Rostgard-Christensen L, Sermet N, Read J, Perko M. Long-term clinical and ultrasound evaluation after arthroscopic acromioplasty in patients with partial rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2006; 22 : 44–9.
- [18] Ko JY, Huang ML, Chen WJ, Chen CE, Chen SH, Wang CJ. Pathogenesis of partial tear of the rotator cuff. A clinical and pathologic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15(3) : 271–8.
- [19] Lehman RC, Perry CR. Arthroscopic surgery for partial rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2003; 19 : E81–4.
- [20] Liotard JP, Cochard P, Walch G. Zwei röntgenzielaufnahmen für den subakromialraum vor und nach akromioplastik. Ergebnisse einer untersuchungsserie von 40 patienten. *Orthopäde* 1991; 20 : 310–4.
- [21] Neer CS. Impingement lesions. *Clin Orthop* 1983; 173 : 70–7.
- [22] Nicholson GP, Goodman DA, Flatow EL, Bigliani LU. The acromion : morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 1 : 11.
- [23] Nové-Josserand L, Labrique JF, Société française d'arthroscopie. Traitement arthroscopique des lésions non transfixiantes de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop* 2004; 90(Suppl. 8) : 3535–48.
- [24] Park JY, Yoo MJ, Kim MH. Comparison of surgical outcome between bursal and articular partial thickness rotator cuff tears. *Orthopedics* 2003; 26 : 387–90.
- [25] Snyder SJ, Pachelli AF, Del Pizzo W, Friedman MJ, Ferkel RD, Pattee G. Partial thickness rotator cuff tears : results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy* 1991; 7 : 1–7.
- [26] Teefey SA, Middleton WD, Payne WT, Yamaguchi K. Detection and measurement of rotator cuff tears with ultrasonography : analysis of diagnostic error. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 184 : 1768–73.
- [27] Teefey SA, Rubin DA, Middleton WD, Hildebolt CF, Leibold RA, Yamaguchi K. Detection and quantification of rotator cuff tears. Comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86 : 708–16.
- [28] Wang JC, Shapiro MS. Changes in acromial morphology with age. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6 : 55–9.
- [29] Weber SC. Arthroscopic debridement and acromioplasty versus mini-open repair in the treatment of significant partial-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1999; 15 : 126–31.
- [30] Wolff AB, Magit DP, Miller SR, Wyman J, Sethi PM. Technical note. Arthroscopic fixation of bursal-sided rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2006; 22(11) : 1247.e1–4.
- [31] Yamanaka K, Fukuda H, Hamada K, Nakajima T. Histology of the supraspinatus tendon with reference to rotator cuff tear. In : Gazielly D, Gleyze P, Thomas T, editors. *The cuff*. Paris : Elsevier; 1997. p. 15–8.

Les lésions intratendineuses du supraépineux

P. CLAVERT¹, Y. LE CONIAT¹, J.-F. KEMPF¹, G. WALCH²

RÉSUMÉ

Les lésions intratendineuses de la coiffe des rotateurs sont des lésions rares et de diagnostic difficile. En nous basant sur la revue de la littérature et sur une série personnelle, nous clarifions dans ce chapitre l'histoire naturelle de ces lésions, les présentations cliniques et paracliniques généralement observées ainsi que les résultats de leur réparation. L'origine traumatique, bien que souvent suggérée, n'est pas constante. Cliniquement, le patient se présente avec des signes évocateurs d'une rupture, mais le diagnostic repose essentiellement sur l'IRM avec des séquences T2 FatSat. C'est le supraépineux qui est le plus souvent touché, avec une extension possible à l'infraépineux, sans dégénérescence graisseuse associée. La résection/suture du tendon du supraépineux sur le tubercule majeur semble être l'option la plus adaptée.

Mots clés : Coiffe des rotateurs. – Rupture partielle. – IRM. – Rupture intratendineuse.

ABSTRACT – INTRATENDINOUS TEARS OF THE SUPRASPINATUS

Intratendinous tears of the supraspinatus tendon are a rare condition and are difficult to diagnose. Through the review of the literature and a personal series, we try to describe the natural history of intratendinous partial rotator cuff tears as well as the anatomical and clinical results of surgical treatment. Although a traumatic origin is usually described, degenerative conditions may lead to these lesions. Diagnosis of intratendinous rupture relies on MRI, especially T2 FatSat images. The supraspinatus tendon is usually involved with a possible extension to the infraspinatus, without any fatty infiltration of the muscle. The Jobe's test is frequently painful. Arthroscopic resection of the tendon insertion with reinsertion to the greater tuberosity seems to be the optimal treatment.

Keywords: Rotator cuff. – Partial tear. – Intratendinous tear. – MRI.

Introduction

Les lésions partielles des tendons de la coiffe des rotateurs ont été décrites pour la première fois par Codman [2] en 1934. En 1994, Fukuda [3] a classé ces lésions en trois types : les lésions de la face superficielle du tendon, les lésions de la face profonde et enfin les lésions purement intratendineuses.

La littérature est relativement pauvre concernant ces lésions. En plus d'une revue de la littérature actuelle, nous rapportons une série de patients opérés d'une rupture intratendineuse de la coiffe des rotateurs, pour clarifier le cadre nosologique d'apparition de telles lésions et proposer un schéma de prise en charge.

Étiopathogénie et fréquence

Les lésions intratendineuses de la coiffe des rotateurs sont des lésions rares, et leur diagnostic reste difficile ; elles représenteraient 3,2 % des ruptures de coiffe prises en charge pour Uchiyama et al. [20]. L'incidence de ces lésions est plus élevée dans les études cadavériques que dans les séries cliniques de lésion des tendons de la coiffe des rotateurs, ce qui peut expliquer certains échecs de traitements conservateurs de tendinopathies chroniques de la coiffe des rotateurs [9].

À partir d'une étude de 249 épaules, Yamanaka et al. [21] rapportent 13 % de ruptures partielles, dont 3 % de ruptures superficielles, 3 % de ruptures profondes

¹Centre de chirurgie orthopédique et de la main, avenue Baumann, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.

²Hôpital privé Jean-Mermoz, 85, avenue Jean-Mermoz, 69008 Lyon, France.

et 7 % de ruptures intratendineuses. Dans cette série, les ruptures partielles concernaient essentiellement, mais non exclusivement, le tendon du supraépineux. Tous les patients présentaient une lésion du supraépineux s'étendant 5 fois à l'infraépineux et 1 fois au tendon du subscapulaire. Pour Fukuda et al. [3], la lésion intratendineuse est souvent associée à une rupture partielle, qu'elle soit profonde ou superficielle : sur 17 cas de tendons réséqués au cours d'une intervention sur la coiffe, l'étude histologiques de ces tendons pathologiques n'a retrouvé que 2 cas de lésions intratendineuses isolées, alors qu'il y avait 7 cas associés à une lésion bursale et 8 cas associés à une lésion profonde. Yamanaka et al. [21] ne relèvent aucune lésion partielle chez les sujets de moins de 40 ans, ce qui leur fait dire qu'il s'agit plutôt d'un processus dégénératif.

L'évolution des ruptures partielles de la coiffe des rotateurs reste incertaine. Fukuda et al. [4,5] n'observent aucun processus de régénération spontané au niveau histologique.

Certains auteurs suggèrent que ces lésions seraient liées à un traumatisme passé inaperçu initialement ou à forte énergie [6,20], se basant sur des constatations histologiques. Les ruptures intratendineuses seraient liées à des phénomènes biomécaniques plutôt que biologiques du fait de l'existence de contraintes en cisaillement entre les couches superficielles et profondes du tendon du muscle supraépineux [12,21].

Diagnostic

Clinique

Dans la mesure où il n'existe pas, par définition, de communication de cette lésion avec la bourse sous-acromiale et avec l'articulation glénohumérale, leur diagnostic et leur traitement restent difficiles [1,13,19].

Typiquement, il s'agit d'un patient présentant des signes évocateurs d'une rupture de la coiffe des rotateurs : test de Jobe positif, score de Constant bas et déficit de force musculaire. L'intensité de la symptomatologie est dépendante du niveau d'inflammation de la bourse sous-acromiale, mais pas de l'extension de la lésion [8,20].

Imagerie

Du point de vue du diagnostic radiologique, plusieurs études ont rapporté une fréquence élevée de lésions partielles de la coiffe, tout en soulignant la fréquence de leur caractère généralement asymptomatique [14,17]. Il n'y a pas à ce jour de technique d'imagerie parfaite concernant cette pathologie : la

reproductibilité de l'échographie reste trop dépendante de l'opérateur et du matériel, et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) sans injection de produit de contraste n'est pas suffisamment spécifique et sélective pour faire, avec certitude, la distinction entre les tendinopathies sévères, les ruptures partielles profondes s'étendant en intratendineux et enfin les ruptures intratendineuses pures. Cependant, les séquences T2 FatSat mettent en évidence un hypersignal au sein du tendon au contact du tubercule majeur, particulièrement évocateur d'une lésion partielle intratendineuse (figure 1). Seule l'arthro-IRM peut alors permettre d'éliminer l'existence d'une rupture partielle de la face profonde associée. Ces séquences ont une corrélation de plus de 90 % avec la clinique pour Uchiyama et al. [20] si elles sont corrélées à la visualisation d'une zone hyperéchogène dans le tendon à l'échographie.

Traitements possibles et résultats

Il n'existe pas de série prospective ou rétrospective suffisamment large pour connaître le traitement optimal de telles lésions. L'acromioplastie isolée ne semble pas logique, car elle laisse persister une lésion tendineuse susceptible d'engendrer des douleurs et de s'étendre [10,15,16]. Une excision de la lésion puis une suture semblent donc devoir être recommandées. Le repérage de la lésion n'est pas toujours simple. Il faut rechercher une « *soft zone* » ou un « *puckering* »

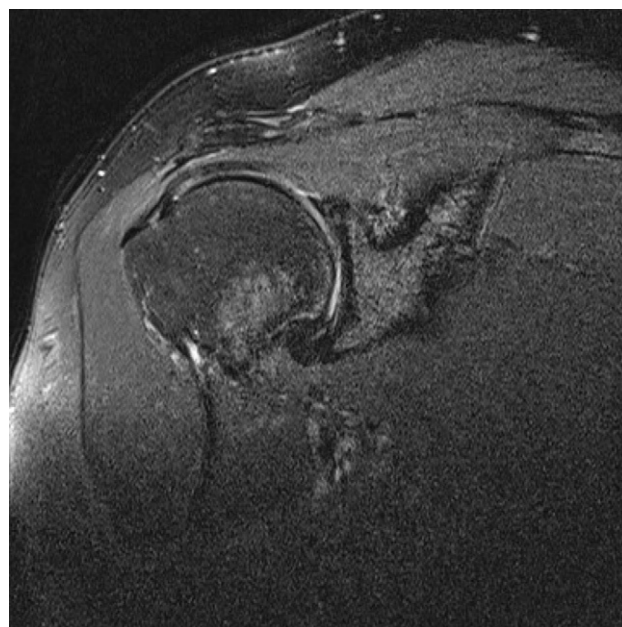


Figure 1. Coupe fronto-oblique en séquence T2 FatSat montrant la lésion intratendineuse du supraépineux.

sign» au crochet palpeur [7,11,20] ou à l'aide de l'injection de sérum salé dans la zone suspecte du tendon à la recherche du «*bubble sign*» [13]. Le tendon du muscle supraépineux est alors incisé transversalement, puis est avivé et réinséré sur le tubercule majeur avivé, selon les mêmes modalités qu'une lésion transfixiante de la coiffe des rotateurs.

Les résultats semblent bons. Tous les items du score de Constant ou du score ASES (American Shoulder Elbow Surgeons) sont améliorés. Les résultats anatomiques, contrôlés selon les mêmes modalités qu'en préopératoire, montrent un taux de cicatrisation de 100 % [6,7,20]. Il n'y a pas de morbidité spécifique rapportée dans la littérature. Les résultats restent stables dans le temps pour Uchiyama et al. au recul de 7,7 ans en moyenne [20].

Notre série

Vingt-quatre patients opérés entre 1994 et 2005 par le même chirurgien ont été revus rétrospectivement par un examinateur indépendant. Dans tous les cas, le tendon du supraépineux a été incisé transversalement pour confirmer le diagnostic et le confronter avec l'imagerie. Les berges tendineuses ont été avivées, avec une résection franche des berges tendineuses à la demande. Le tendon a été réinséré; une ténotomie et/ou une ténodèse du tendon du chef long du biceps ont été réalisées en fonction de la clinique. L'acromioplastie a été systématique. La prise en charge postopératoire a été identique aux autres réparations de la coiffe des rotateurs.

Une IRM de contrôle a systématiquement été réalisée, avec des séquences en T1 permettant d'analyser le retentissement musculaire et des séquences en T2 FatSat permettant d'analyser le tendon, sa structure, son degré de cicatrisation ou une éventuelle rerupture [18].

Résultats

Analyse de la série préopératoire

La série comprenait 14 hommes et 10 femmes, d'âge moyen au moment de l'intervention de 50 ans (29–77 ans). Cinquante pour cent des patients étaient des travailleurs manuels. Un mode de début traumatique a été retrouvé dans 8 cas, et dans 3 cas la présence d'une tendinopathie calcifiante a été retrouvée (type C). La durée moyenne préopératoire d'évolution de la symptomatologie a été de 22,6 mois.

Le bilan clinique préopératoire retrouvait des signes de conflit positifs dans 20 cas, avec une force musculaire franchement diminuée par rapport au côté

controlatéral. Le score de Constant global moyen préopératoire était de 63,52. À l'IRM préopératoire, les lésions ont concerné la partie antérieure du tendon dans 11 cas, s'étendant dans 5 cas à l'infraépineux, sans aucune dégénérescence graisseuse.

Résultats postopératoires

Au recul de 8,2 ans, le score de Constant absolu était de 81 points, soit un gain moyen de 18,52 points. La reprise du travail s'est faite en moyenne à 5,8 mois (de 4 à 12 mois); 1 patient a nécessité un reclassement professionnel. La reprise de l'activité sportive s'est faite en moyenne à 6 mois, et au même niveau. Le contexte traumatique n'a pas influencé les résultats. Nous avons eu à déplorer 3 syndromes algo-neuro-dystrophiques.

L'imagerie postopératoire a montré une cicatrisation tendineuse dans 23 cas.

Nous retenons de cette série certaines spécificités :

- la lésion intratendineuse isolée existe. Ce n'est pas nécessairement une extension entre les couches fibreuses du tendon d'une rupture partielle profonde ou superficielle;
- anatomiquement, c'est la partie antérieure du tendon du muscle supraépineux qui était la plus souvent touchée, avec une extension possible à l'infraépineux;
- le contexte traumatique n'est pas aussi fréquent que certains auteurs l'affirment. Cette lésion peut également être observée dans le cadre des tendinopathies calcifiantes de la coiffe des rotateurs;
- la résection des deux feuillets de la lésion suivie d'une réparation directe de la coiffe apparaît comme l'option chirurgicale la plus logique et donnant de bons résultats cliniques.

Conclusion

Les ruptures partielles intratendineuses isolées sont rares et difficiles à mettre en évidence. Leur diagnostic repose sur la conjonction d'un certain nombre d'éléments cliniques et d'arguments radiologiques. Un patient de moins de 55 ans, présentant d'importants signes de conflit ainsi qu'un test de Jobe douloureux, est suspect de présenter une telle lésion, même si l'arthroscanner est négatif. On retrouve souvent, mais pas exclusivement, un traumatisme ancien. L'arthro-IRM avec des séquences en T2 FatSat permet de visualiser la lésion et de confirmer l'absence de communication de cette dernière avec la cavité articulaire.

La résection de la zone pathologique, suivie de la réinsertion tendineuse selon les techniques habituelles, semble l'attitude thérapeutique la plus logique.

RÉFÉRENCES

- [1] Budoff JE, Nirschl RP, Guidi EJ. Debridement of partial-thickness tears of the rotator cuff without acromioplasty : long-term followup and review of the literature. *J Bone Joint Surg Am* 1998 ; 80 : 733–48.
- [2] Codman E. Rupture of the supraspinatus tendon. In : Codman E, editor. *The shoulder*. Boston : Thomas Todd Publishing Company ; 1934. p. 123–77.
- [3] Fukuda H, Hamada K, Nakajima T, Tomonaga A. Pathology and pathogenesis of the intratendinous tearing of the rotator cuff viewed from en bloc histologic sections. *Clin Orthop* 1994 ; 304 : 60–7.
- [4] Fukuda H, Hamada K, Nakajima T, Yamada N, Tomonaga A, Goto M. Partial-thickness tears of the rotator cuff. A clinico-pathological review based on 66 surgically verified cases. *Int Orthop* 1996 ; 20 : 257–65.
- [5] Fukuda H, Hamada K, Yamanaka K, Tomonaga A, Goto M. Pathology and pathogenesis of partial-thickness cuff tears. In : Gazielly D, Gleize P, Thomas B, editors. *The cuff*. Paris : Elsevier ; 1997. p. 234–7.
- [6] Fukuda H. Partial-thickness rotator cuff tears. A modern view on Codman's classic. *J Shoulder Elbow Surg* 2000 ; 9 : 163–8.
- [7] Fukuda H. The management of partial-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2003 ; 85 : 3–11.
- [8] Gotoh M, Hamada K, Yamakawa H, Inoue A, Fukuda H. Increased substance P in subacromial bursa and shoulder pain in rotator cuff diseases. *J Orthop Res* 1998 ; 16(5) : 618–21.
- [9] Hawkins RH, Hawkins RJ. Failed anterior reconstruction for shoulder instability. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67B : 709–14.
- [10] Hyvonen P, Lohi S, Jalovaara P. Open acromioplasty does not prevent the progression of an impingement syndrome to a tear. *J Bone Joint Surg Br* 1998 ; 80(5) : 813–6.
- [11] Itoi E, Tabata S. Incomplete rotator cuff tears : results of operative treatment. *Clin Orthop* 1992 ; 284 : 128–35.
- [12] Lee SB, Nakajima T, Luo ZP, Zobitz ME, Chang YW, An KN. The bursal and articular sides of the supraspinatus tendon have a different compressive stiffness. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000 ; 15 : 241–7.
- [13] Lo IK, Gonzalez DM, Burkhart SS. The bubble sign : an arthroscopic indicator of an intratendinous rotator cuff tear. *Arthroscopy* 2002 ; 18 : 1029–33.
- [14] Milgrom C, Schaffler MSG, van Holsbeeck M. Rotator cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br* 1995 ; 77 : 296–8.
- [15] Neer CS, Craig EV, Fukuda H. Cuff-tear arthropathy. *J Bone Joint Surg Am* 1983 ; 65 : 1232–44.
- [16] Nove-Josserand L, Labrie JF. Traitement arthroscopique des lésions non transfixiantes de la coiffe des rotateurs. Symposium SFA 2003. *Rev Chir Orthop* 2004 ; 90 : 35–48.
- [17] Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 : 10–5.
- [18] Teefey SA, Rubin DA, Middleton WD, Hildebolt CF, Leibold RA, Yamaguchi K. Detection and quantification of rotator cuff tears. Comparison of ultrasonographic, magnetic resonance imaging, and arthroscopic findings in seventy-one consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am* 2004 ; 82 : 498–504.
- [19] Traugbber PD, Goodwin TE. Shoulder MRIdarthroscopic correlation with emphasis on partial tears. *J Comput Assist Tomogr* 1992 ; 16 : 129–33.
- [20] Uchiyama Y, Hamada K, Khruekarnchana P, Handa A, Nakajima T, Shimpuku E, et al. Surgical treatment of confirmed intratendinous rotator cuff tears : retrospective analysis after an average of eight years of follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2010 ; 19 : 837–46.
- [21] Yamanaka K, Fukuda H, Hamada K, Mikasa M. Incomplete thickness tears of the rotator cuff. *Orthop Traumatol Surg* 1983 ; 26 : 713.

Traitement arthroscopique des lésions distales du supraspinatus

J. GARRET¹, C. LÉVIGNE¹, S. GROSCLAUDE¹

RÉSUMÉ

Le risque d'aggravation spontanée d'une rupture distale de la coiffe des rotateurs et le meilleur taux de cicatrisation des réparations des lésions distales par rapport aux lésions tendineuses rétractées incitent à proposer une réparation chirurgicale des tendons de la coiffe, particulièrement chez les sujets jeunes. La réparation arthroscopique des lésions distales est devenue le « gold standard » du traitement chirurgical. L'évolution des techniques tend à améliorer les conditions biologiques et biomécaniques de la cicatrisation du tendon sur l'os. Les sutures tendineuses en double rang remplacent progressivement les sutures en simple rang, sans pour autant avoir fait la preuve de leur supériorité sur le plan clinique. Nous privilégions les sutures tendineuses en double rang avec un ancrage latéral solide afin que les contraintes mécaniques de la réparation soient principalement absorbées par le rang d'ancres latérales pour éviter des sutures ischémiantes au niveau du rang médial, en pleine zone « critique » de Codman. Ces techniques devraient diminuer le taux de ruptures itératives postopératoires, qui reste évalué à 10 % dans les meilleures séries.

Mots clés : Rupture de la coiffe des rotateurs. – Supra Spinatus. – Traitement arthroscopique.

ABSTRACT – ARTHROSCOPIC TREATMENT OF DISTAL LESIONS OF SUPRASPINATUS TENDON

The risk of spontaneous worsening of a distal rotator cuff tears and a better healing rate of distal lesion over retracted tendinous tear prompts towards the suggestion of surgical reparation of the tendons of the cuff, especially for young subjects. The arthroscopic repairs of distal lesion has become "the gold standard" of surgical treatment. The evolutions of techniques tend to improve the biological condition and biomechanical healing of the tendon on the bone. The double row tendinous sutures progressively take the place of simple row sutures without their superiority been proven on a clinical point of view. We favor the double row tendinous sutures with a strong lateral anchoring so that the mechanical stress is mainly absorbed by the lateral row anchor to avoid ischemic stitches in the medial row, in the "critical" Codman area. Those techniques should decrease the rate of iterative postoperative tear which stays assessed at 10% in the best series.

Keywords: Rotator cuff tears. – Supra Spinatus. – Arthroscopic treatment.

Introduction

Les techniques de réparation arthroscopique des lésions distales du tendon supraspinatus ont connu un essor important ces dernières années, et les études montrent des résultats similaires entre les techniques arthroscopiques et les techniques conventionnelles par abord [5,11,18].

La possibilité d'une exploration plus précise de la rupture tendineuse et des lésions associées, le caractère mini-invasif, l'amélioration des techniques de

réparation tendineuse font de la réparation arthroscopique des lésions distales transfixiantes du tendon sus-épineux le « gold standard » actuel du traitement chirurgical.

En 1985 sont publiées les premières techniques de réparation tendineuse par agrafage du tendon sur l'os [19], mais c'est au cours des années 1990, à la suite des publications de Wolf et Gartsman [13,41], que les techniques actuelles de réinsertion arthroscopique ont pris leur essor. Ces techniques évoluent et leur principal objectif est d'optimiser les conditions biologiques

¹Département de l'épaule, clinique du Parc de Lyon, 155, boulevard Stalingrad, 69006 Lyon, France.

et biomécaniques de cicatrisation du tendon sur l'os. De nombreuses techniques de réinsertion tendineuse en double rang (DR) se sont développées, remplaçant progressivement les techniques initiales de suture tendineuse en simple rang (SR) [1,2,12,23,29,33]. Néanmoins, il semble difficile d'affirmer que leurs résultats cliniques sont meilleurs [30], même si le taux de cicatrisation tendineuse est plus élevé en DR qu'en SR [17,22,36].

Les avantages des sutures tendineuses en DR sont :

- une meilleure couverture de la zone d'insertion anatomique du supraspinatus sur le trochiter, le « *foot-print* » des publications en langue anglaise ;
- une plus grande surface de cicatrisation « os-tendon » ;
- une résistance biomécanique aux forces de traction plus élevée [16,21,25,27,34,35] ;
- une épaisseur tendineuse augmentée au niveau de la zone de réinsertion os-tendon [10,31] ;
- un rang médial de suture protégeant la zone de cicatrisation tendineuse du liquide synovial, qui empêche sa cicatrisation [2].

Les inconvénients des sutures en DR sont :

- la difficulté technique (tout au moins au début de l'expérience arthroscopique) et le temps opératoire allongé (rapidement amélioré par la standardisation de la procédure) ;
- l'augmentation du nombre d'ancres, qui représente autant de problèmes potentiels d'intégration ou de migration et qui augmente le coût de l'intervention ;
- l'augmentation du nombre de points de suture sur le tendon, dans une zone dont la vascularisation est pauvre (c'est la « zone critique de Codman »). Les points peuvent augmenter l'ischémie tendineuse, surtout si les fils sont serrés sur la même ancre.

Pourquoi opérer une rupture distale ?

Les ruptures transfixiantes intéressent 9 fois sur 10 le tendon du supraspinatus, au niveau de l'enthèse tendineuse. Une rupture transfixiante ne cicatrise pas spontanément et l'évolution naturelle se fait vers l'extension de la lésion. À ce jour, aucune étude ne permet d'apprécier le mode et la vitesse d'évolution des ruptures de la coiffe. Certaines ruptures semblent se stabiliser, d'autres s'aggraver plus ou moins rapidement. Des phénomènes de délamination tendineuse font en règle partie de l'évolution. Ils sont la conséquence des forces de cisaillement entre les faisceaux superficiel et profond, qui sont de natures histologique et mécanique différentes. Le faisceau superficiel est mieux vascularisé et plus souple, alors que le faisceau profond est moins résistant du fait des modifications histologiques

liées à l'âge. Il existe en effet, vers la cinquantaine, une diminution de la vascularisation en zone critique [8,9] et des phénomènes de métaplasie cellulaire avec transformation des ténocytes en chondrocytes qui rendent le tendon plus fragile [38]. La délamination s'étend en dedans dans l'épaisseur du supraspinatus et vers l'arrière dans l'épaisseur du tendon infraspinatus.

L'extension de la rupture peut aussi gagner en avant le faisceau latéral du ligament coraco-huméral, ayant pour effet de déstabiliser la longue portion du biceps qui ripe en subluxation médiale. Il est logique de penser que cette subluxation médiale puisse détendre la poulie médiale de réflexion du biceps (faisceau médial du ligament coraco-huméral et LGHS [ligament gléno huméral supérieur]) et altérer ensuite le tendon supérieur du subscapularis. Bien sûr, ce mécanisme ne résume pas toutes les lésions du subscapularis associées aux ruptures du supraspinatus, et il existe aussi des ruptures du subscapularis sans instabilité du biceps.

On sait enfin que le taux de cicatrisation tendineuse des réparations arthroscopiques des ruptures distales non rétractées est meilleur que celui des réparations des ruptures plus rétractées [11], ce qui incite à intervenir précocement lorsqu'il y a une indication chirurgicale.

Une fois l'intervention réalisée, la rééducation devra être prudente pour protéger les sutures tendineuses et précoces afin d'éviter la raideur. Nous recommandons le port d'un gilet scapulo-huméral pendant 6 à 8 semaines, et 6 mois de rééducation douce sans forcer (automobilisation ± rééducation conventionnelle ± balnéothérapie).

Le patient prendra sa décision opératoire une fois informé des bénéfices et des risques opératoires principaux (infections, algoneurodystrophie, absence de cicatrisation tendineuse) et du délai de récupération (8 à 12 mois).

Si l'on juge que le contexte n'est pas favorable à une intervention, des infiltrations radio- ou échoguidées peuvent soulager le patient, mais il faut informer le patient que la rupture persiste et peut s'aggraver. Nous recommandons alors chez un sujet de moins de 60 ans une surveillance échographique avec un radiologue entraîné pour suivre l'évolution de la lésion tendineuse.

Quel est le tableau clinique d'une lésion distale du supraspinatus ?

Les ruptures isolées du supraspinatus surviennent en moyenne autour de la cinquantaine. Le mode de début peut être traumatique pur, mais il reste le plus souvent progressif, soulignant le caractère dégénératif prédominant. Le tableau clinique est celui d'une épaule dou-

loureuse chronique avec des douleurs à prédominance nocturne et dont la tolérance est variable en fonction de l'activité du patient. Le test de Jobe est le test clinique le plus spécifique, recherchant une perte de force, même si la douleur provoquée rend parfois l'interprétation délicate.

L'intervention chirurgicale doit être réalisée sur une épaule souple. Si les amplitudes passives sont diminuées comparativement à l'autre côté, il est nécessaire d'assouplir l'épaule avant d'opérer. Il faudra donc parfois savoir faire patienter et préconiser un protocole d'assouplissement qu'il n'est pas toujours facile de mettre en œuvre dans un contexte douloureux (selon les habitudes, exercices pluriquotidiens d'automobilisation, rééducation conventionnelle, balnéothérapie...).

Une infiltration radio- ou échoguidée (de préférence dans le compartiment glénohuméral en cas de raideur) peut soulager le patient et faciliter la mise en œuvre de cette rééducation.

Comment opérer une rupture distale sous arthroscopie ?

Nous détaillerons la technique que nous utilisons actuellement et qui nous semble la plus aboutie, pour garantir au mieux la cicatrisation tendineuse des lésions distales ; il s'agit d'une suture en DR en évitant des points trop serrés au rang médial sur le col anatomique, pour éviter une ischémie du tendon.

Il s'agit de l'équivalent d'une technique que nous utilisons depuis de nombreuses années par mini-abord transdeltoidien. Nous détaillerons certaines astuces qui ont simplifié notre pratique arthroscopique.

Anesthésie, installation, matériel

Nous avons opté pour l'association d'une anesthésie locorégionale et d'une anesthésie générale. La mise en place d'un cathéter interscalénique préopératoire permet le contrôle de la douleur per- et postopératoire pendant 24 à 48 heures. L'anesthésie générale nous paraît préférable pour le confort du patient et du chirurgien. Une hypotension contrôlée est une aide précieuse pour diminuer le saignement peropératoire, sans prendre de risque d'ischémie cérébrale ou cardiaque. Pour éviter une poussée hypertensive peropératoire, il est essentiel que le patient ne souffre pas, et c'est un argument fort pour faire le bloc interscalénique avant l'intervention.

Notre préférence va à la position demi-assise pour des raisons de simplicité. Nous y associons une traction axiale de 5 kg au niveau de l'avant-bras pour décoapter l'espace sous-acromial (figure 1).

Les dispositifs de coagulation-vaporisation permettent l'excision de la bourse sous-acromiale et l'obtention d'un champ de vision large et clair dans l'espace sous-acromial. L'utilisation d'une arthropompe ne nous paraît pas indispensable ; l'hyperpression créée par l'arthropompe favorise le gonflement des parties molles, le plus souvent sans conséquence pour le patient, mais gênant pour le chirurgien. La mise en place des poches d'irrigation en position haute (environ 2 m) sur une potence suffit ; une pression manuelle sur la poche d'irrigation peut être effectuée « à la demande », le temps de réaliser une hémostase sélective.

Le shaver autorise la bursectomie sous-acromiale et l'avivement tendineux. La fraise motorisée permet de réaliser selon ses choix une acromioplastie voire un

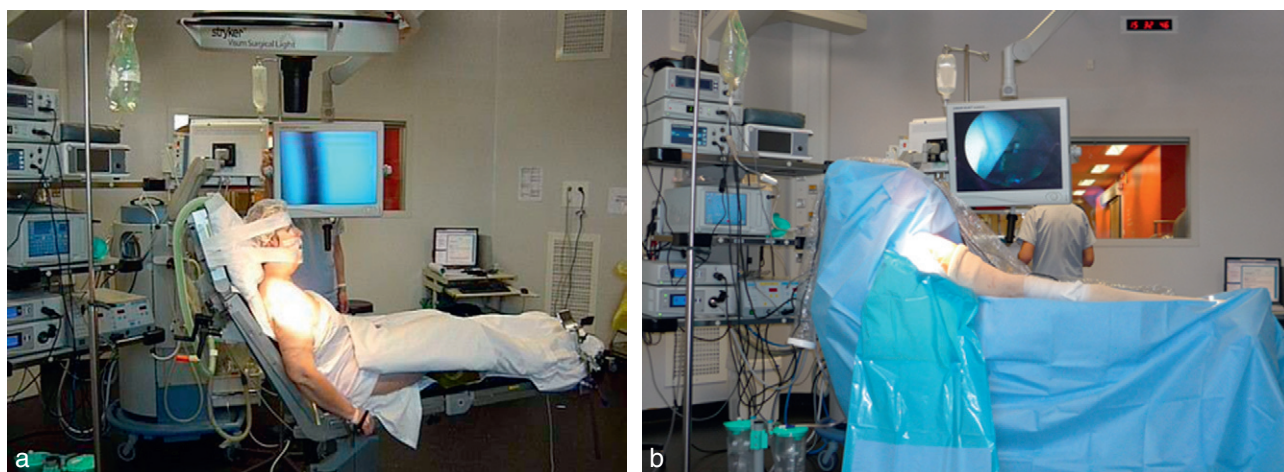


Figure 1. Notre choix d'installation pour la chirurgie de la coiffe sous arthroscopie. a. Installation en position demi-assise. b. Facilité d'installation : traction ou support au choix ; confort pour l'opérateur ; moins de saignement ; conversion en abord facile (mais rigoureuse).

geste sur l'acromioclaviculaire (résection des ostéophytes inférieurs des deux facettes ou résection du centimètre externe de la clavicule) [figure 2].

Les canules ne sont pas indispensables pour travailler dans l'espace sous-acromial; elles diminuent l'amplitude du débattement des instruments. Une canule est utilisée en fin d'intervention pour éviter d'attraper des fibres musculaires du deltoïde lors de la mise en place des ancres latérales.

Les instruments utiles à la réparation d'une rupture distale de la coiffe sont une pince à préhension, une pince « démêle-fils », un pousse-nœud, un ciseau arthroscopique, un dispositif pour transfixier les tendons, des ancres et des fils (figure 3).

Étape 1: bursectomie et acromioplastie

L'intervention commence par une exploration articulaire glénohumérale par une voie d'abord postéro-latérale, légèrement décalée en dehors par rapport au classique soft-point. Cette exploration confirme la

rupture distale du tendon sus-épineux identifié sur le bilan d'imagerie préopératoire (arthro-TDM, IRM ou arthro-IRM). Une voie d'abord antérolatérale en regard de la gouttière bicipitale est réalisée à l'aide d'une aiguille de repérage. Les voies d'abord à travers le deltoïde sont réalisées de façon franche et directe pour éviter de constituer plusieurs trajets à travers le muscle. L'exploration se poursuit à la recherche d'une lésion du biceps associée (subluxation médiale, tendinopathie...); on recherche également une atteinte haute du tendon subscapularis. Une ténotomie simple du biceps sans ténodèse peut être réalisée lors de cette étape d'exploration glénohumérale, au risque de créer un « *Popeye syndrome* » par rétraction musculaire. Parfois, la base d'implantation du biceps évasée vient se « coincer » dans la gouttière bicipitale, empêchant ainsi sa migration distale. Le « *Popeye syndrome* » est rarement douloureux, mais il peut être mal vécu par le patient s'il n'a pas été informé de ce risque avant son intervention. Certains patients peuvent conserver des douleurs brachiales ou des crampes à l'effort après une ténotomie, et nous préférons la réalisation d'une tén-

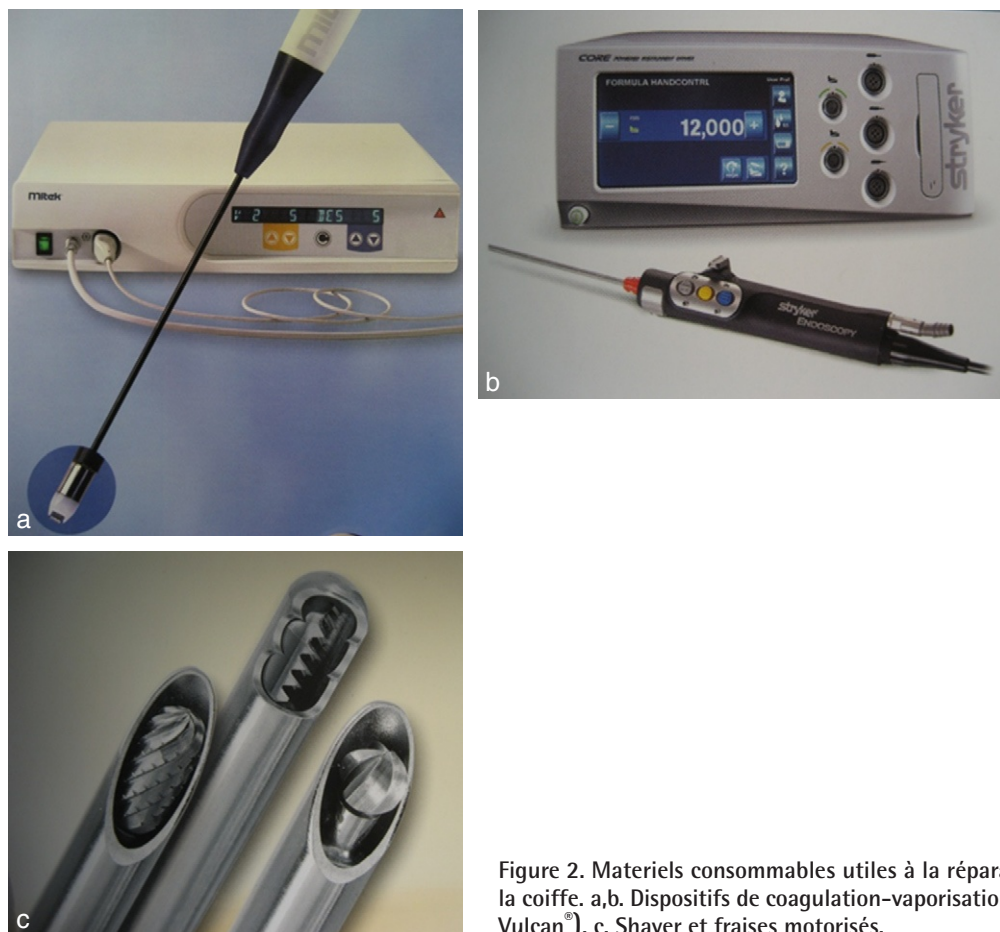


Figure 2. Matériels consommables utiles à la réparation d'une rupture distale de la coiffe. a,b. Dispositifs de coagulation-vaporisation (VAPR®, Arthrocare®, Serfas®, Vulcan®). c. Shaver et fraises motorisés.

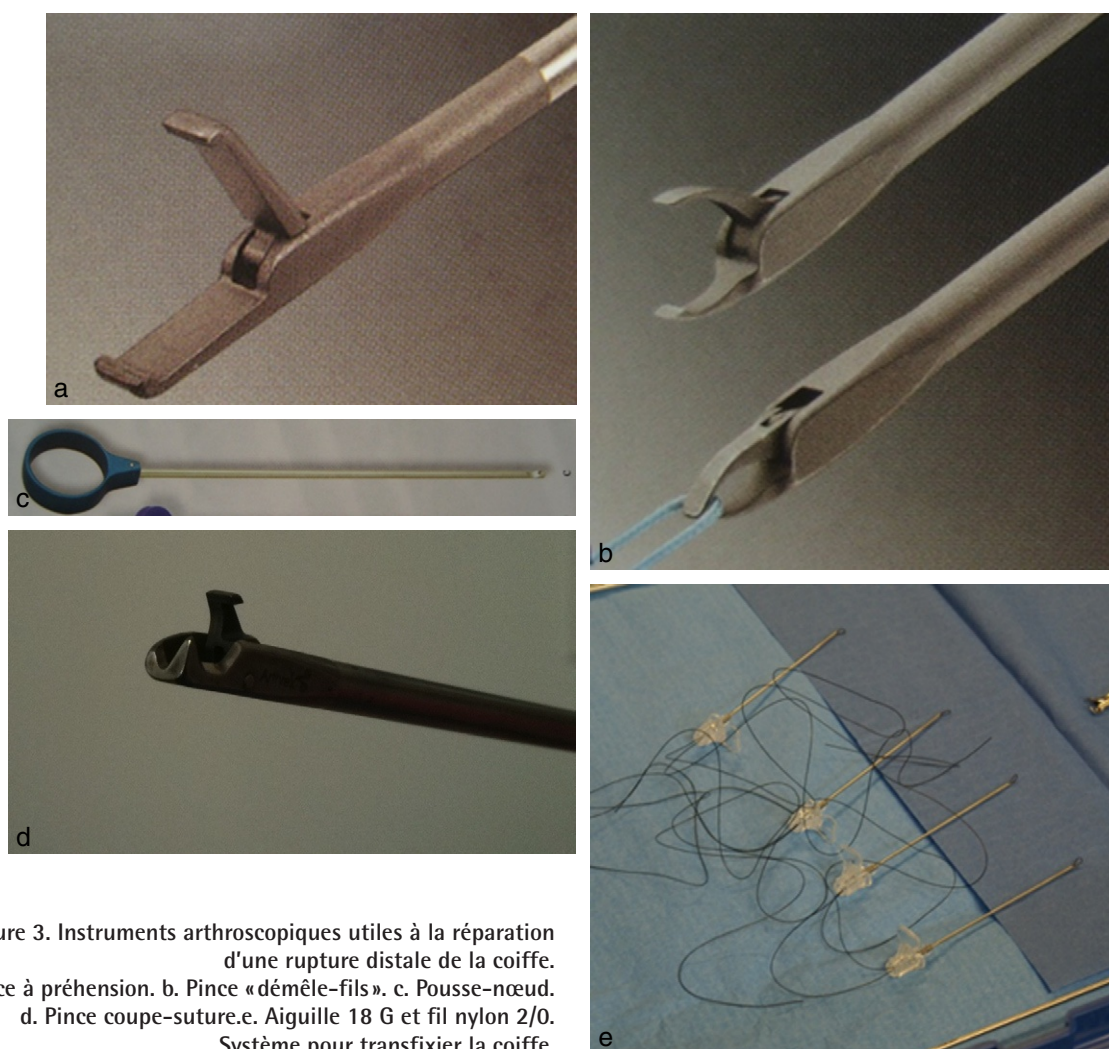


Figure 3. Instruments arthroscopiques utiles à la réparation d'une rupture distale de la coiffe.
a. Pince à préhension. b. Pince «démêle-fils». c. Pousse-nœud.
d. Pince coupe-suture. e. Aiguille 18 G et fil nylon 2/0.
Système pour transfixier la coiffe.

dèse pour prévenir ce risque, particulièrement chez les patients musclés ou minces.

L'optique est ensuite introduite dans l'espace sous-acromial par la voie postérolatérale. Une bursectomie est réalisée à l'aide du shaver et de la sonde de coagulation-vaporisation. Le ligament acromioclaviculaire (LAC) est désinséré de la face profonde de l'acromion; il est parfois nécessaire de le désépaissir entre l'acromion et la coracoïde. Les limites antérieure et latérale de l'acromion sont identifiées. Il est souvent utile d'intervertir les voies d'abord pour compléter la bursectomie en arrière et latéralement. Cette bursectomie doit être suffisante pour exposer la rupture; le reste de la bourse sous-acromiale est conservé pour préserver au mieux la vascularisation tendineuse et favoriser sa cicatrisation [38].

Nous recommandons de réaliser l'acromioplastie avant de réparer la coiffe pour élargir l'espace sous-acromial et faciliter la procédure de réparation ten-

dineuse. L'acromioplastie est un temps essentiel, sa réalisation doit être la plus parfaite possible. Une «mauvaise acromioplastie» est une source de douleurs persistantes nécessitant souvent une reprise chirurgicale. Pour réaliser l'acromioplastie, on trace une ligne prolongeant le bord antérieur de la clavicule jusqu'au bord externe de l'acromion et on résèque toute la portion d'acromion et d'ostéophyte située en avant de cette ligne. L'acromioplastie est prolongée vers l'arrière pour obtenir une surface plane. Un «*coplaning*» acromioclaviculaire par régularisation des ostéophytes inférieurs des facettes acromioclaviculaires est parfois nécessaire, afin de prolonger harmonieusement l'acromioplastie et d'éviter tout conflit résiduel. Il est utile de placer la fraise par voie postérieure pour vérifier la «flèche acromiale» et compléter la résection acromiale, particulièrement la face inférieure de l'acromion souvent agressive en regard de la clavicule.

Étape 2 : analyse de la rupture distale du tendon sus-épineux (figure 4)

Une analyse soigneuse de la rupture tendineuse permettra de réaliser une réduction anatomique du tendon sur le trochiter. Une troisième voie d'abord latérale (identifiée par une aiguille de repérage) est réalisée à l'aplomb de la rupture tendineuse; située entre la voie postérolatérale et la voie antérolatérale, elle permettra au mieux l'analyse de la rupture.

Le bilan de la rupture tendineuse recherche une délamination tendineuse avec une extension le plus souvent dans le tendon sous-épineux. Il est essentiel d'identifier le feuillet profond de la rupture tendineuse qui devra être réduit sous le feuillet superficiel et réinsérée au col anatomique en dehors du cartilage.

La forme de la rupture est analysée; on distingue trois types de ruptures distales (figure 5) :

- les ruptures distales en « U » du tendon sus-épineux, les plus fréquentes, conservent des attaches antérieure et postérieure et ne posent pas de problème de réduction;
- les ruptures en « L » antérieures se produisent lorsque l'intervalle des rotateurs est déchiré en avant et que le tendon sous-épineux tire le tendon sus-épineux vers l'arrière; le sens de la réduction tendineuse se fait alors vers l'avant au niveau de l'intervalle des rotateurs;
- les ruptures en « L » postérieures sont dues à une déchirure entre sus- et sous-épineux; le tendon sus-épineux se rétracte en dedans et en avant, restant attaché en avant par les fibres croisées avec le ligament coracohuméral; le sens de la réduction se fait alors vers l'arrière, au niveau de la jonction des zones d'insertion des tendons sus- et sous-épineux.

Une fois la rupture analysée et la manœuvre de réduction définie, le moignon tendineux est avivé au shaver.

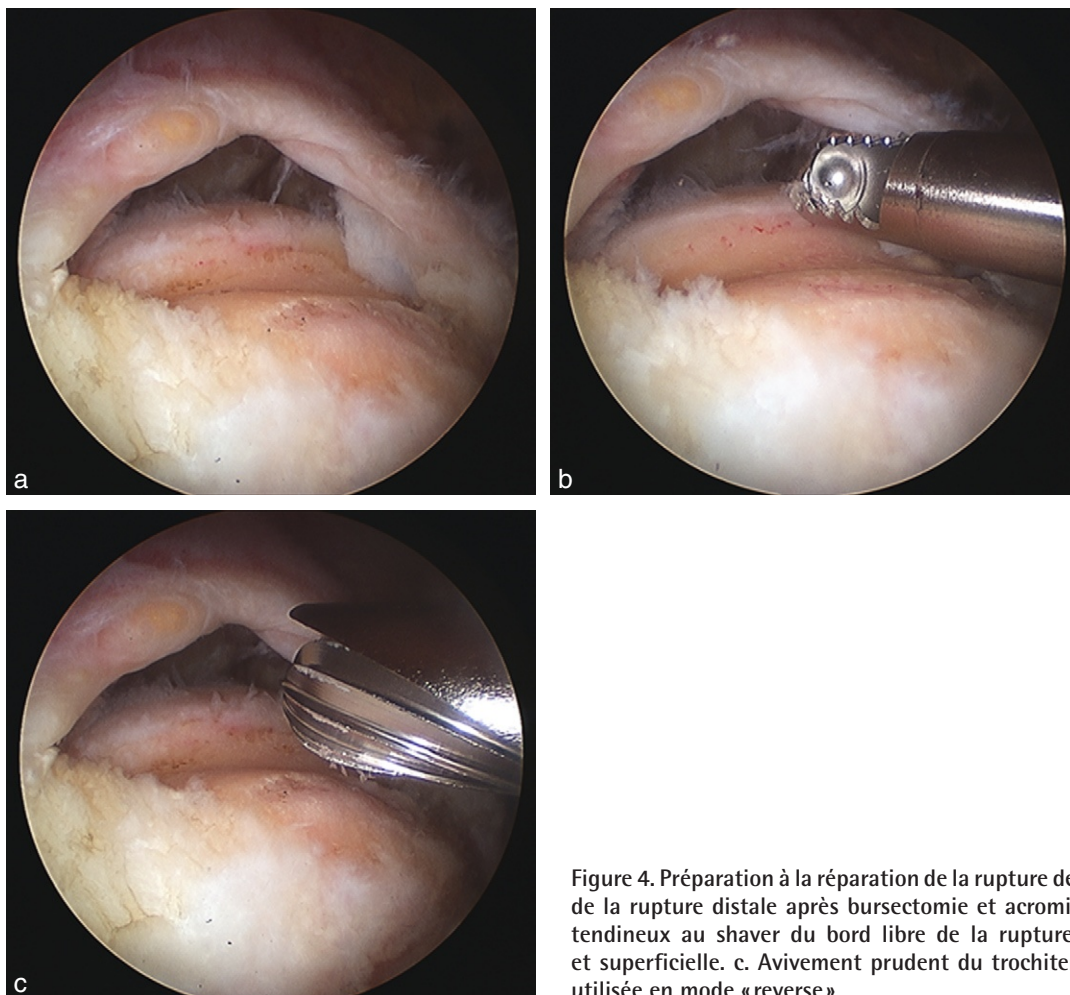


Figure 4. Préparation à la réparation de la rupture de la coiffe. a. Exposition de la rupture distale après bursectomie et acromioplastie. b. Avivement tendineux au shaver du bord libre de la rupture, de la face profonde et superficielle. c. Avivement prudent du trochiter à la fraise motorisée utilisée en mode « reverse ».

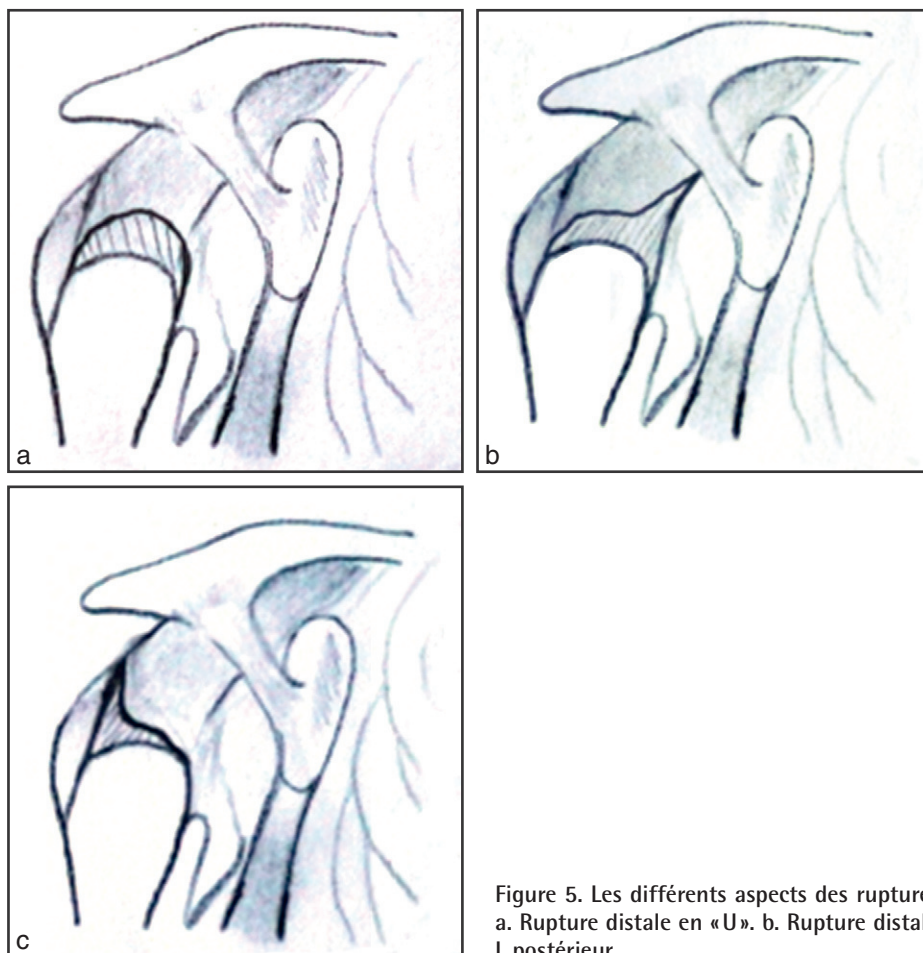


Figure 5. Les différents aspects des ruptures distales du tendon supra spinatus. a. Rupture distale en «U». b. Rupture distale en L antérieur. c. Rupture distal en L postérieur.

Étape 3 : préparation du *footprint*

Cette préparation se fait grâce à la mise en place de deux ancres médiales et au traitement des lésions associées (ténotomie-ténodèse du biceps, réparation d'une rupture haute du subscapularis, suture d'une délamination de l'infraspinatus) [figure 6].

La zone d'insertion du supraspinatus est préparée par avivement du trochiter à la fraise motorisée, jusqu'à créer un lit osseux saignant favorisant la cicatrisation tendineuse, sans fragiliser l'os et sans entamer le capital osseux du trochiter (le mode « *reverse* » de la fraise ou l'utilisation du couteau en vitesse rapide sont des astuces pratiques pour réaliser ce geste). Parfois, l'éperon osseux au bord latéral du trochiter devra être émondé par une trochiteroplastie.

Nous utilisons des ancres résorbables montées de deux fils de couleur différente pour le rang médial. Au préalable, une aiguille introduite à travers la peau au ras de l'acromion détermine la meilleure porte d'en-

trée pour les placer selon une direction légèrement oblique et deux petites voies d'abord complémentaires sont réalisées. L'utilisation d'un taraud ou d'un pointeau est le plus souvent nécessaire avant de mettre en place les ancrs, du fait de la densité de l'os au col anatomique.

Nous commençons par l'ancre antérieure qui est placée à l'entrée de la gouttière bicipitale. Un des fils de cette ancre peut être utilisé pour réaliser la ténodèse du biceps et éventuellement réparer une rupture partielle haute du tendon subscapulaire.

L'optique est ensuite introduite par la voie antérolatérale pour visualiser la partie postérieure de la rupture tendineuse. Une deuxième ancre est placée au ras du col anatomique en regard de la partie postérieure de la rupture.

En cas d'extension de la rupture distale par une délamination tendineuse dans le tendon sous-épineux, nous recommandons de réaliser un point en U (point de « *mattress* » en langue anglaise) avec un des fils de l'ancre

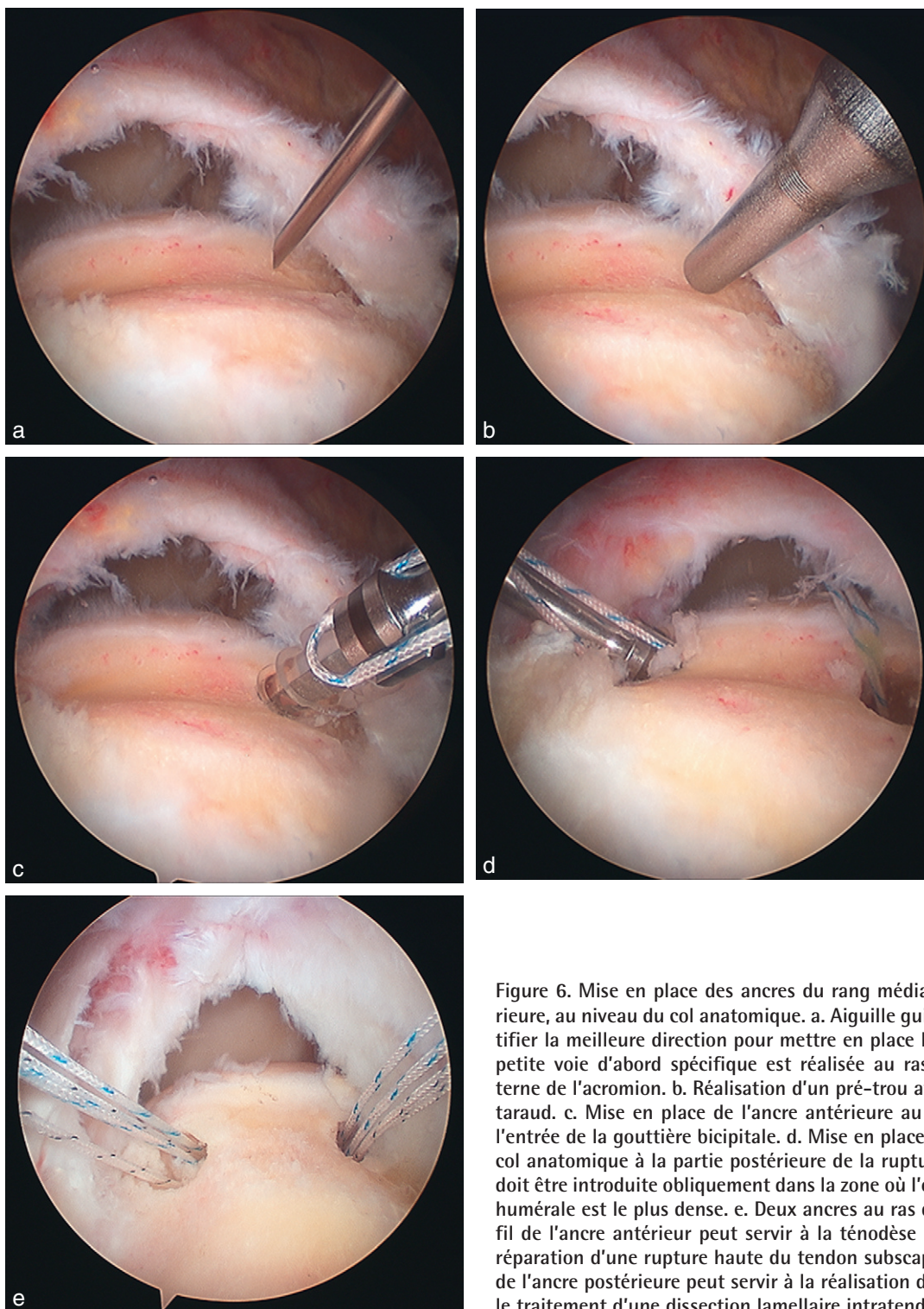


Figure 6. Mise en place des ancrs du rang médial antérieure et postérieure, au niveau du col anatomique. a. Aiguille guide permettant d'identifier la meilleure direction pour mettre en place l'ancre antérieure. Une petite voie d'abord spécifique est réalisée au ras de l'angle antéroexterne de l'acromion. b. Réalisation d'un pré-trou avec un pointeau ou un taraud. c. Mise en place de l'ancre antérieure au niveau du *footprint* à l'entrée de la gouttière bicipitale. d. Mise en place d'une ancre au ras du col anatomique à la partie postérieure de la rupture tendineuse. L'ancre doit être introduite obliquement dans la zone où l'os spongieux de la tête humérale est le plus dense. e. Deux ancrs au ras du col anatomique. Un fil de l'ancre antérieure peut servir à la ténodèse du biceps et/ou à une réparation d'une rupture haute du tendon sous-épaule associée. Un fil de l'ancre postérieure peut servir à la réalisation d'un point en «U» pour le traitement d'une dissection lamellaire intratendineuse.

postérieure. Ce point en «U» favorisera la cicatrisation des feuillets profond et superficiel et stoppera les effets de cisaillement entre les feuillets tendineux. Il s'agit du

seul cas où nous utiliserons un point en U au col anatomique; nous évitons le plus souvent ces points que nous jugeons ischémiant pour le tendon (figure 7).

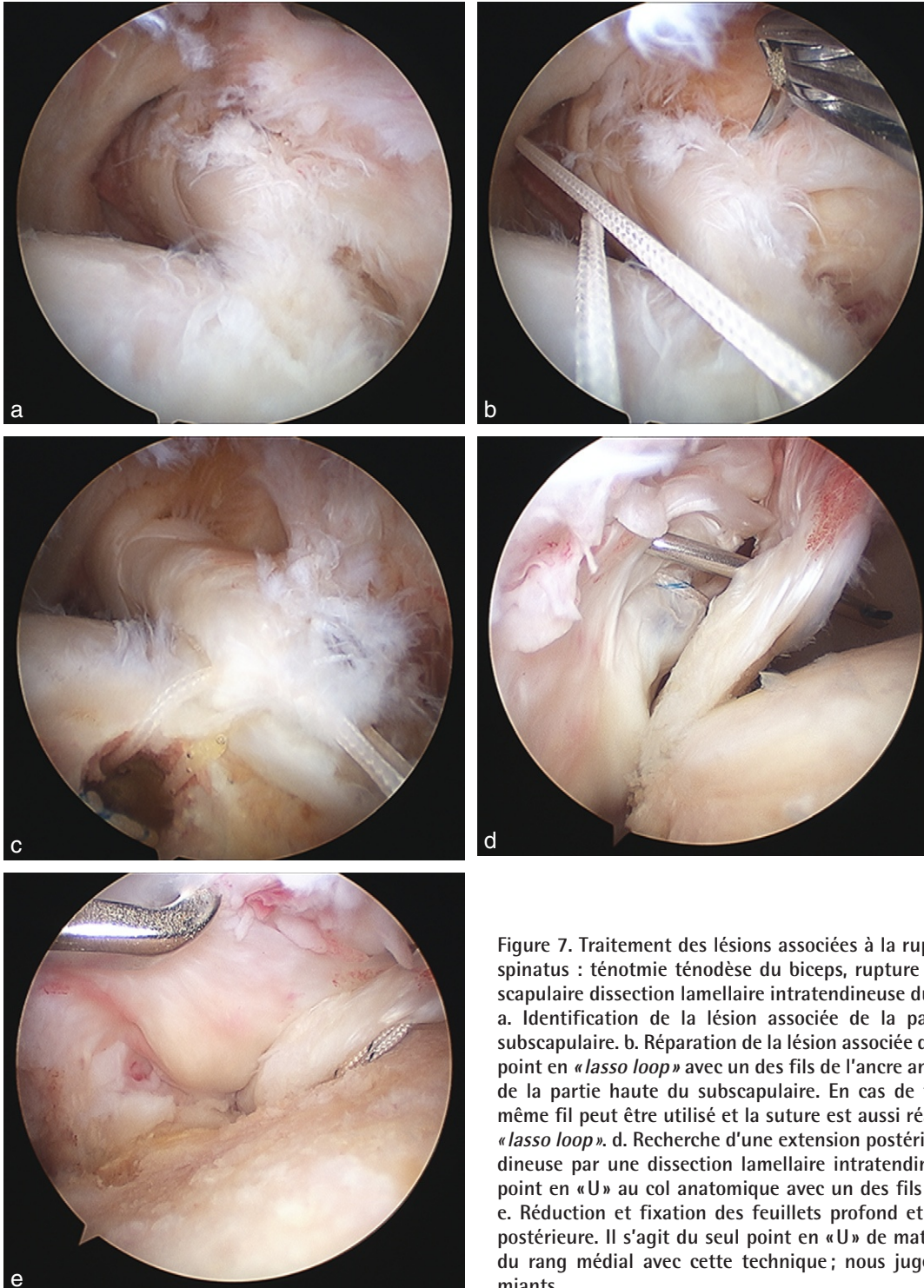


Figure 7. Traitement des lésions associées à la rupture distale du supraspinatus : ténodésie du biceps, rupture haute du tendon subscapulaire dissection lamellaire intratendineuse du tendon infraspinatus. a. Identification de la lésion associée de la partie haute du tendon subscapulaire. b. Réparation de la lésion associée du subscapulaire par un point en « lasso loop » avec un des fils de l'ancrage antérieure. c. Réinsertion de la partie haute du subscapulaire. En cas de ténodésie du biceps, le même fil peut être utilisé et la suture est aussi réalisée avec un point en « lasso loop ». d. Recherche d'une extension postérieure de la rupture tendineuse par une dissection lamellaire intratendineuse. Réalisation d'un point en « U » au col anatomique avec un des fils de l'ancrage postérieure. e. Réduction et fixation des feuillets profond et superficiel sur l'ancrage postérieure. Il s'agit du seul point en « U » de mattress réalisé au niveau du rang médial avec cette technique ; nous jugeons ces points ischémisants.

Étape 4 : comment traverser le tendon (figure 8) ?

Il s'agit d'un temps opératoire reconnu comme difficile dans la courbe d'apprentissage des réinsertions

tendineuses sous arthroscopie. Les objectifs de cette étape sont de transfixier le tendon de façon précise, non traumatique, en quantité suffisante, afin de réinsérer à la fois le feuillet profond et le feuillet superficiel. Nous utilisons une technique simple et peu onéreuse

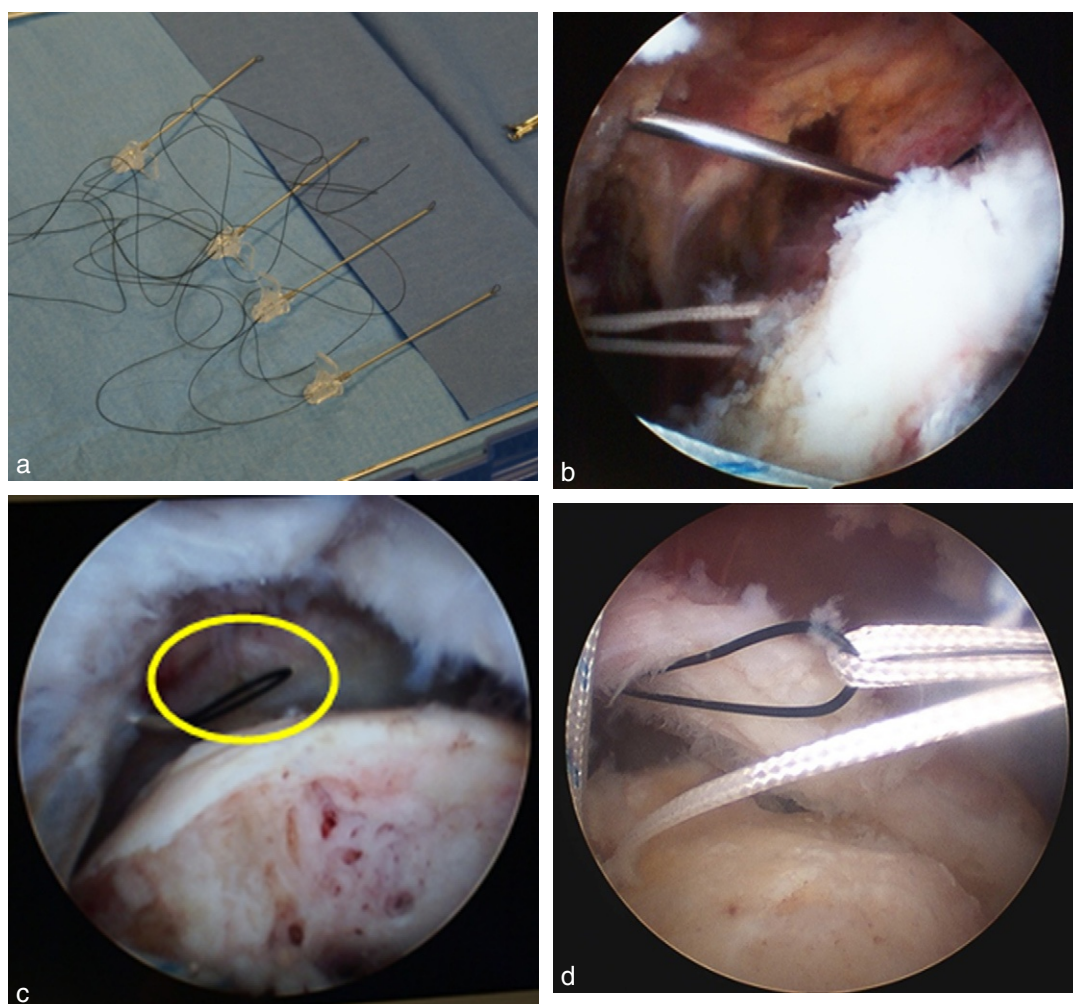


Figure 8. Comment transfixier la coiffe supérieure? Technique « *needle wire relay* ». a. Utilisation de cathlons gris 18 G avec des fils relais de nylon 2/0. b. Passage du cathlon monté d'une boucle relais de fil nylon 2/0 à travers le tendon. c. Récupération de la boucle relais, puis d'un brin de l'ancre. d. Passage du brin de l'ancre à travers la coiffe à l'aide du fil relais.

dérivée du système du Banana Lasso® Arthrex. Le Banana Lasso® est remplacé par un cathlon de 18 G (gris) et un fil relais en nylon 2/0. Nous introduisons l'aiguille à travers la peau en regard de la zone tendineuse à transfixier. La boucle du fil relais de nylon 2/0 est récupérée par une voie d'abord latérale avec une pince démêle-fils, puis le fil de suture est récupéré dans la même voie d'abord.

Le fil de l'ancre est ensuite passé dans la boucle du fil relais qui, par traction, permet de passer le fil de l'ancre à travers dans le tendon de la coiffe des rotateurs. Le fil de l'ancre est laissé en attente à travers la peau et n'encombre pas la voie d'abord instrumentale. Cette procédure est ensuite répétée autant de fois que nécessaire. Nous accordons à ce procédé du « cathlon » plusieurs avantages : le trajet percutané est

indépendant des voies d'abord permettant de choisir pour chaque passage dans le moignon tendineux le point d'entrée et la direction les plus adaptés; le passage à travers le tendon est atraumatique, il permet de « charger » une quantité suffisante de tendon ainsi que de traverser les feuillets profond et superficiel; enfin, il s'agit d'un procédé peu onéreux.

Étape 5 : réinsertion d'une rupture distale en double rang sans point en U au col anatomique (figure 9)

Les deux brins du même fil de l'ancre antérieure et les deux brins du fil de couleur différente de l'ancre postérieure sont passés à travers la coiffe. Pour déterminer

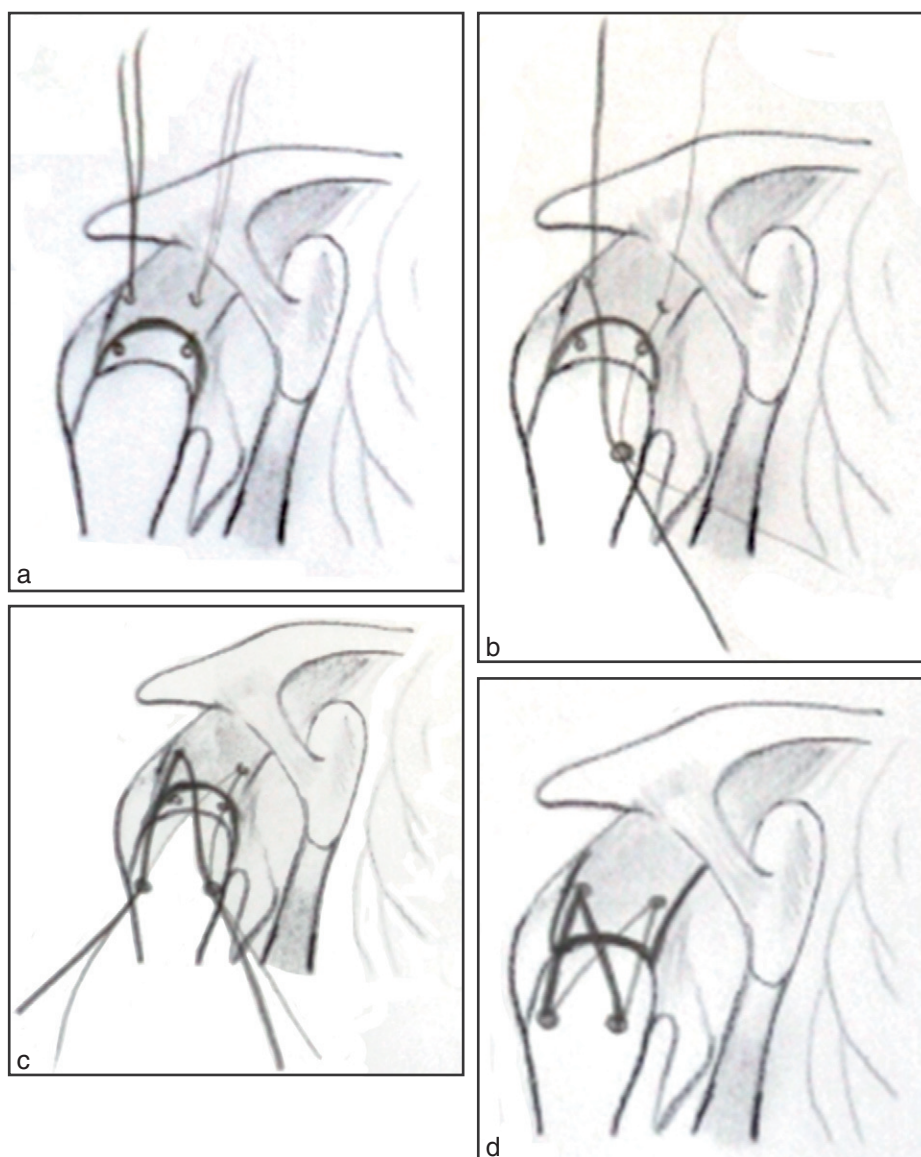


Figure 9. a. Passage à travers la coiffe des deux brins d'un fil de l'ancre antérieure en avant et de l'ancre postérieure en arrière. b. Passage d'un brin de chaque ancre à travers une ancre latérale Tornier Piton® impactée à la face latérale du trochiter en dehors de la gouttière bicipitale. c. Passage d'un brin de chaque ancre à travers une ancre latérale Tornier Piton® impactée à la face postérolatérale du trochiter. d. Mise en tension progressive des fils de suture l'un après l'autre jusqu'à obtenir un contact « os-tendon » suffisant.

avec précision le point de passage « anatomique » des fils à travers la coiffe, l'aiguille chargée du fils relais est passé sur une coiffe réduite sur le trochiter à l'aide d'une pince à préhension. Un brin de chaque fil est récupéré, par la voie antérolatérale d'une part et par la voie postérolatérale d'autre part. Les fils sont ensuite passés à travers une ancre latérale impactée (notre préférence est l'ancre métallique à ailettes Piton Tornier®). L'ancre antérieure est impactée sur la face latérale du trochiter en dehors de la gouttière bicipitale. La même procédure est réalisée avec les fils de chacune des

ancres médiales extraits par la voie latérale. L'ancre impactée postérieure est placée sur la face postérolatérale du trochiter.

Jusqu'à ce stade de la procédure chirurgicale, les fils ne sont pas tendus et la coiffe n'est pas au contact du trochiter. Une pince à préhension réduit « anatomiquement » la rupture de la coiffe sur le trochiter et les fils peuvent être tendus progressivement l'un après l'autre jusqu'à obtenir un contact parfait du tendon sur l'os, sans tension excessive pour éviter une ischémie. Les fils se bloquent « automatiquement » dans les ancres

Piton® caractérisées par un dispositif antiretour « en boucle de sangle » et peuvent être coupés au ras du trochiter. Pour mettre en place ces ancrs à la face latérale du trochiter nous utilisons une canule pour éviter d'attraper des fibres musculaires du deltoïde lors de l'introduction des ancrs.

Nous réalisons en fin d'intervention un contrôle de la face endoarticulaire de la réparation tendineuse (figure 10). Cette technique de réinsertion tendineuse exerce une tension maximale sur les ancrs latérales et minimale sur les ancrs médiales; il faut donc utiliser une ancre latérale ayant une parfaite tenue sur l'os cortical du versant vertical du trochiter.

Dans cette technique, l'un des deux fils de chaque ancre n'est pas utilisé. Si besoin, et notamment si le tendon est sous tension, les fils restants peuvent renforcer le montage en plaquant davantage le tendon au col anatomique sans être ischémiant. Il suffit pour cela de nouer d'une ancre à l'autre deux brins de couleur différente. La traction sur les deux autres brins plaque le tendon au col anatomique et il suffit de les nouer pour renforcer le plaquage (figure 11).

Autres techniques de réparation des ruptures distales

Nous n'aborderons pas en détail toutes les techniques, mais celles qui nous semblent les plus utilisées.

Suture en « simple rang » par des points de « U » de *mattress* au col anatomique (figure 12)

Cette technique consiste à placer une ou deux ancrs au col anatomique et de réaliser une suture tendineuse par des points en U de *mattress* au col anatomique. Le moignon tendineux latéral n'est pas appliqué sur le trochiter par une deuxième rangée d'ancres. Cette technique peut être réalisée par voie articulaire glénohumérale.

« Haubanage tendineux » (figure 13)

Cette technique combine une suture en U placée à la partie médiale du tendon avec une ancre à la face latérale du trochiter [4,6]. Le fil de suture utilisé est un fil de suture de PDS n° 1, passé en U avec crochet creux de type Spectrum® (Linvatec) à travers la coiffe; ensuite, une ancre à bascule résorbable Panalok RC® (Mitek), dans laquelle est introduit un des brins du fil de suture, est impactée en os cortical sur la face latérale du trochiter. Le point en U permet de saisir le tendon en zone saine et de le plaquer sur sa zone d'insertion osseuse.

Double rang « vrai » (figure 14)

Une première rangée d'ancres médiales est placée au col anatomique avec des points en U de *mattress*. Une deuxième rangée d'ancres latérales vient plaquer le moignon latéral du tendon sur le trochiter soit par des points simples en O, soit par des points en U inversés.

Suture bridge (figure 15)

Cette technique est certainement la technique de suture en DR la plus réalisée, avec l'utilisation d'ancres latérales impactées (Push Lock® ou Versalock®). Une première rangée d'ancres médiales (une ou deux) est placée au ras du cartilage. Des points en U de *mattress* constituent le rang médial, deux points pouvant être réalisés par ancre. Un brin de chaque point en « U » est récupéré par la voie antérolatérale, puis est introduit dans l'ancre du deuxième rang et impacté en tension à la face latérale du trochiter en dehors de la gouttière bicipitale pour l'ancre antérieure, à la face postérolatérale du trochiter pour l'ancre postérieure.

Mattress tension band technique (figure 16) [3]

Cette technique utilise une ou deux ancrs médiales montées de quatre brins de deux fils de couleur différente. Les fils de chaque ancre sont passés deux par deux à travers le tendon de la coiffe des rotateurs pour constituer le rang médial. Deux brins d'une même ancre traversent la coiffe par le même trajet transtendineux à 15–20 mm du bord de la rupture. Les deux autres brins de cette même ancre passent à travers le tendon en respectant un écart de 7–8 mm. Deux brins de couleur différente sont noués ensemble en dehors du patient puis tractés au contact de la coiffe; le nœud vient plaquer le tendon sur l'ancre, réalisant ainsi le rang médial. Les deux brins restants de couleur différente sont fixés à la face latérale du trochiter par une ancre impactée.

Discussion

L'étanchéité postopératoire de la coiffe est significativement liée au type de rupture, à la localisation de la rupture et au clivage du tendon sus-épineux. Les facteurs prédictifs positifs de la cicatrisation tendineuse sont une lésion isolée, datant de moins de 6 mois, peu étendue et non rétractée du tendon sus-épineux, sans dégénérescence graisseuse musculaire, chez un sujet de moins de 61 ans [11]. Le taux de cicatrisation des ruptures distales traitées sous arthroscopie peut aller jusqu'à 90 % [14,15].

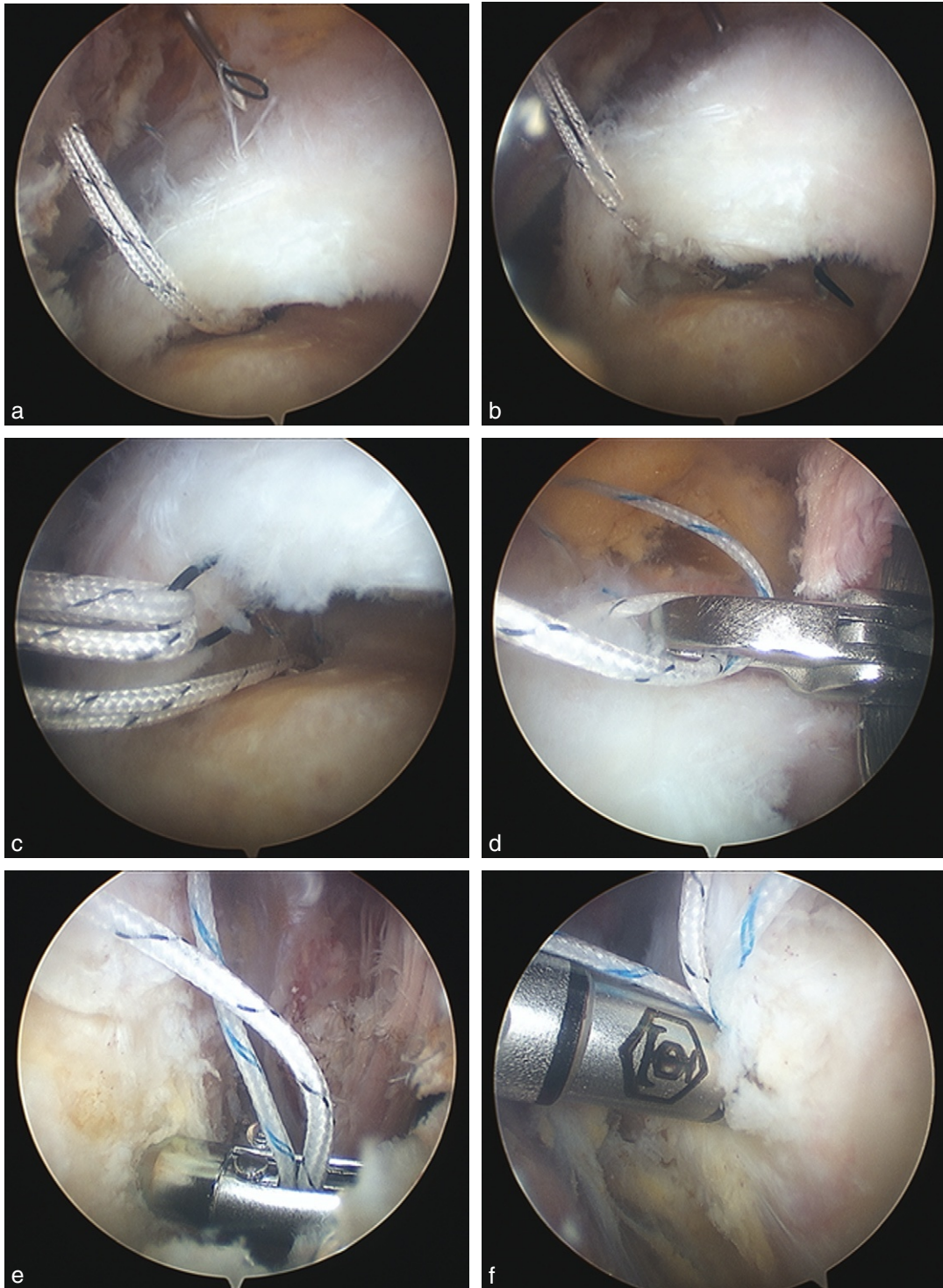


Figure 10. Réinsertion en double rang avec le système Piton Tornier® : absence de points en U de Mattress au col anatomique et tension de réinsertion principalement absorbée par tancrage latéral. a. Transfixation du tendon avec un cathlon gris 18 G « monté » d'un fil nylon 2/0 en boucle de la bourse sous-acromiale vers l'articulation. b. Récupération de la boucle relais intra-articulaire et des deux fils de suture de l'ancre par la voie latérale. c. Passage des fils de l'ancre dans la boucle relais et passage des fils de l'ancre à travers la coiffe de la profondeur vers la superficie. d. Récupération d'un brin de chaque ancre par la voie antérolatérale à travers une canule pour éviter d'attraper des fibres du deltoïde lors de la mise en place de l'ancre latérale. e. Mise en place de l'ancre antérolatérale Tornier Piton® sur le versant vertical du trochiter en dehors de la gouttière bicipitale, sans tendre les fils de suture. f. Même procédure pour l'ancre de deuxième rang postérieure.

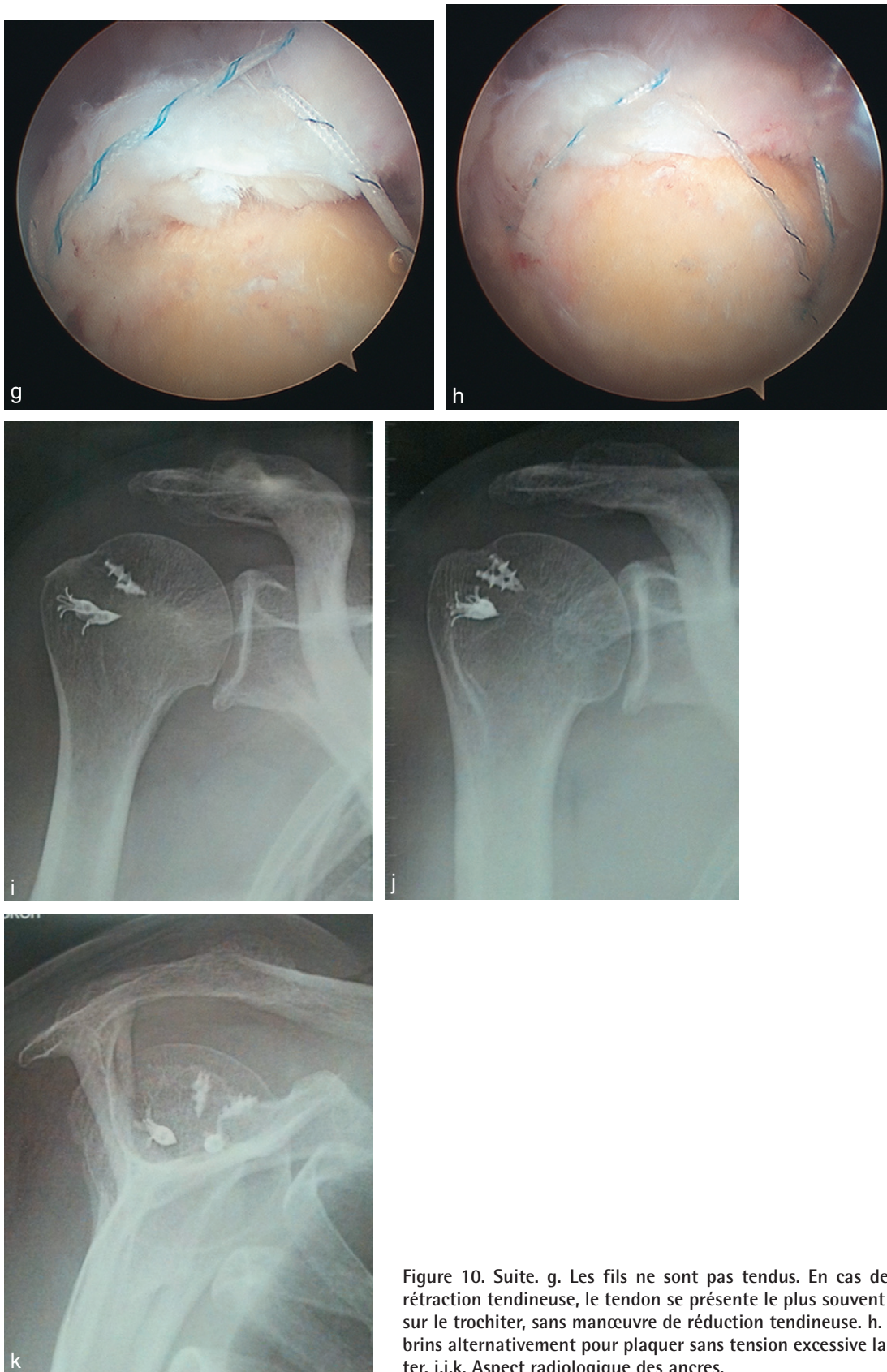


Figure 10. Suite. g. Les fils ne sont pas tendus. En cas de lésion distale sans rétraction tendineuse, le tendon se présente le plus souvent « anatomiquement » sur le trochiter, sans manœuvre de réduction tendineuse. h. Mise en tension des brins alternativement pour plaquer sans tension excessive la coiffe sur le trochiter. i,j,k. Aspect radiologique des ancrs.

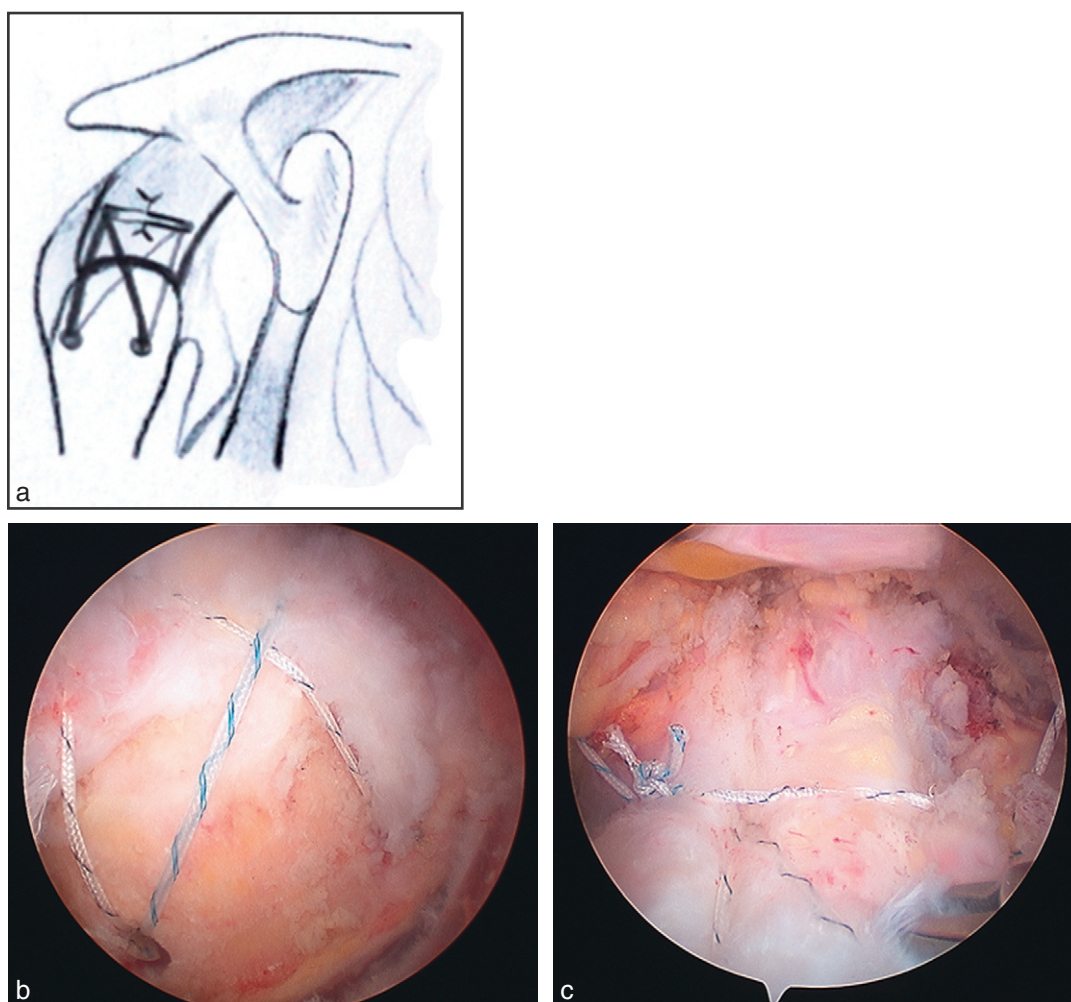


Figure 11. Suture bridge en double poulie entre les deux ancrs du rang médial. a. Réalisation d'une double poulie entre les deux ancrs pour augmenter la compression tendineuse au col anatomique. b,c. Fixation en double rang sans nœud médial, complétée d'une double poulie médiale entre les deux ancrs médiales.

Les tendons de la coiffe des rotateurs guérissent lentement; cette longue période de cicatrisation est liée à la faible vascularisation tendineuse qui persiste pendant plusieurs mois. La revascularisation et les facteurs biologiques de la cicatrisation tendineuse proviennent de l'os. La présence de liquide synovial dans l'interface os-tendon entrave l'action de ces facteurs biologiques de cicatrisation. La réparation tendineuse doit maintenir un contact os-tendon solide, en compression [39,40], pendant cette longue période de cicatrisation du tendon.

Aucune étude n'a fait la preuve clinique de la supériorité des techniques de réparation en DR par rapport aux techniques en SR pour le traitement des ruptures distales, même si le taux de cicatrisation tendineuse est

plus élevé dans les techniques DR que SR. Les techniques DR permettent une couverture du *footprint* de 100 % alors qu'elle n'est que de 40 % dans les techniques SR [24,27].

Dans les techniques de *suture bridge* en DR, le rang médial absorbe le maximum de tension de la réparation tendineuse alors que le rang latéral a pour principale fonction de plaquer le tendon sur le trochiter. La tension maximale du rang médial est exercée sur des points en U de *mattress*, situés en pleine zone critique de fragilité tendineuse de Codman. Nous jugeons ces points médians ischémiant et sources de rupture tendineuse itérative postopératoire [28,37] (figure 17).

La technique de haubanage tendineux [6] est une technique de SR qui utilise un ancrage latéral solide

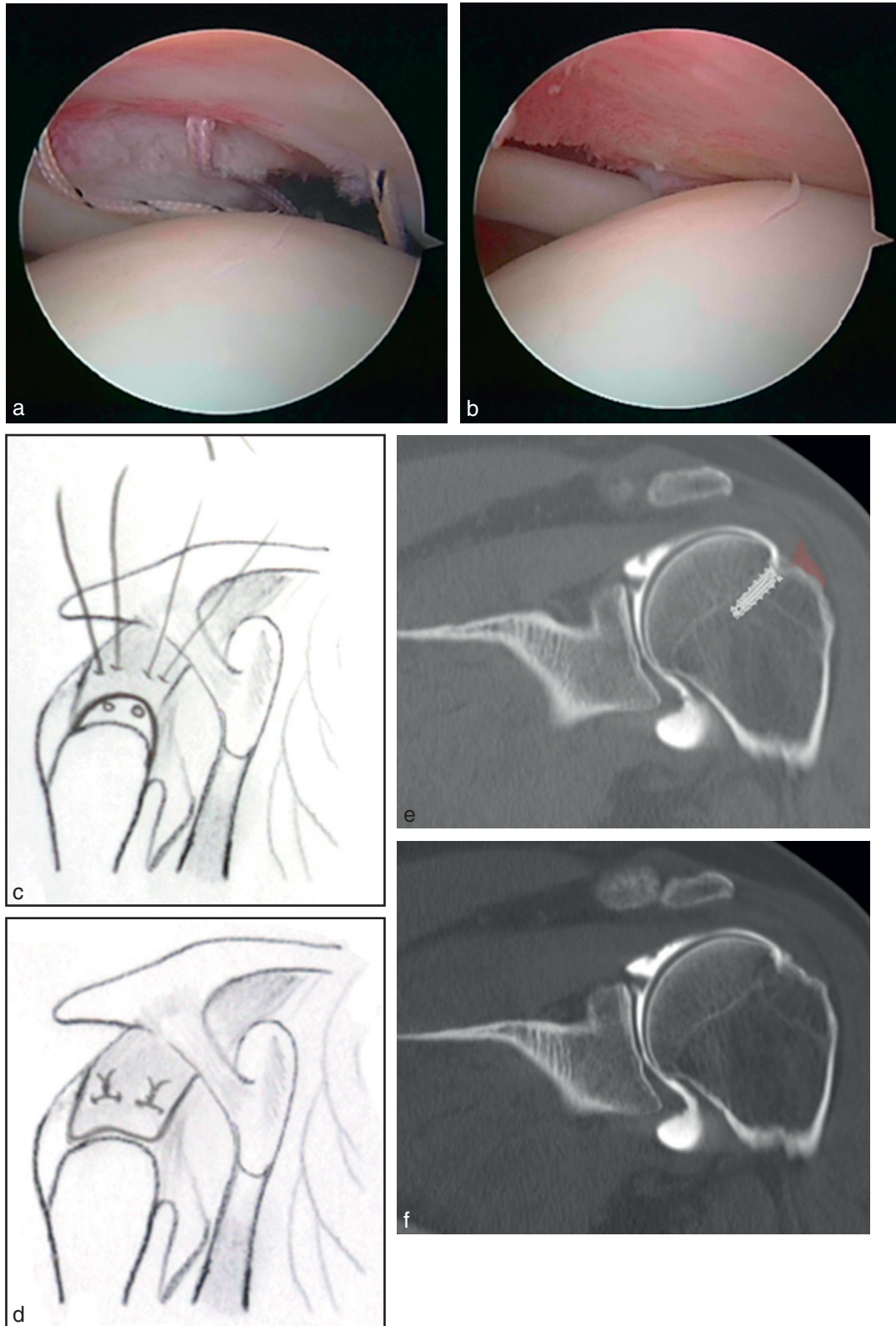


Figure 12. Technique de suture en « simple rang » par des points de *mattress* en « U » au col anatomique.
 Photos c et d : iconographie D^r R. Aswad.

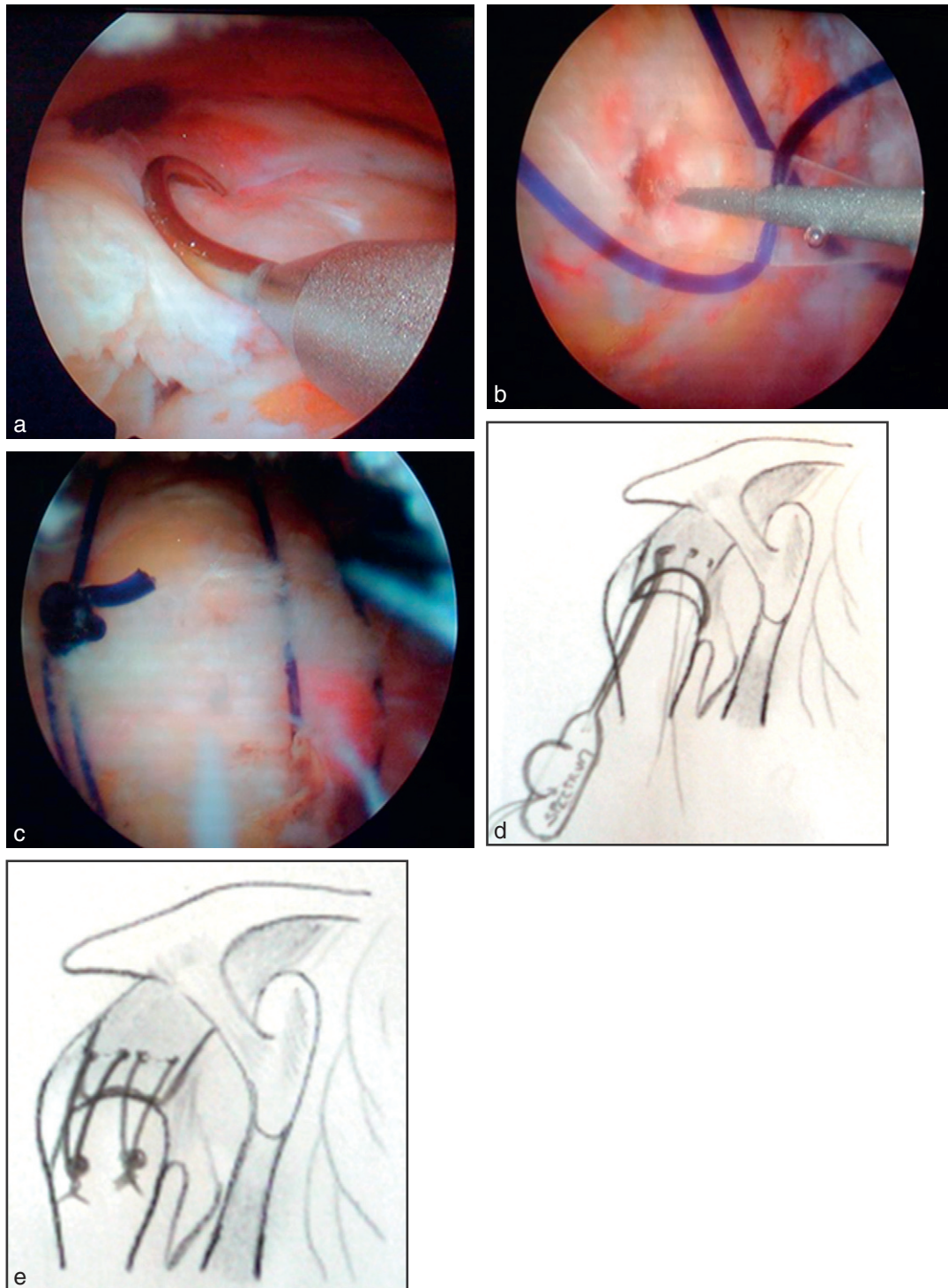


Figure 13. Le «haubanage tendineux».
Photos a, b et c : iconographie Dr J. Coste.

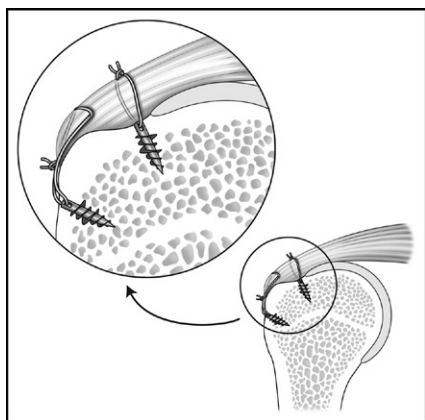


Figure 14. Double rang « vrai ».

en os cortical et évite une suture médiale ischémiant, tout en préservant une bonne surface de contact entre l'os et le tendon ; mais cette technique laisse s'insinuer du liquide synovial dans l'interface os-tendon lors des mouvements d'abduction du bras, ce qui diminue les chances de cicatrisation tendineuse.

La technique de « DR idéale » doit associer un rang latéral solide de type hauban, absorbant l'essentiel des tensions de la suture et réduisant la coiffe sur le trochiter, et un rang médial plaquant le tendon au col anatomique avec peu de tension. La solution que nous présentons associe la réalisation d'une fixation latérale solide avec des ancrs métalliques à ailettes (Piton Tornier®) en zone corticale et un rang médial sans sutures ischémiantes qui plaque le tendon au col anatomique et sur lequel s'exerce peu de tension.

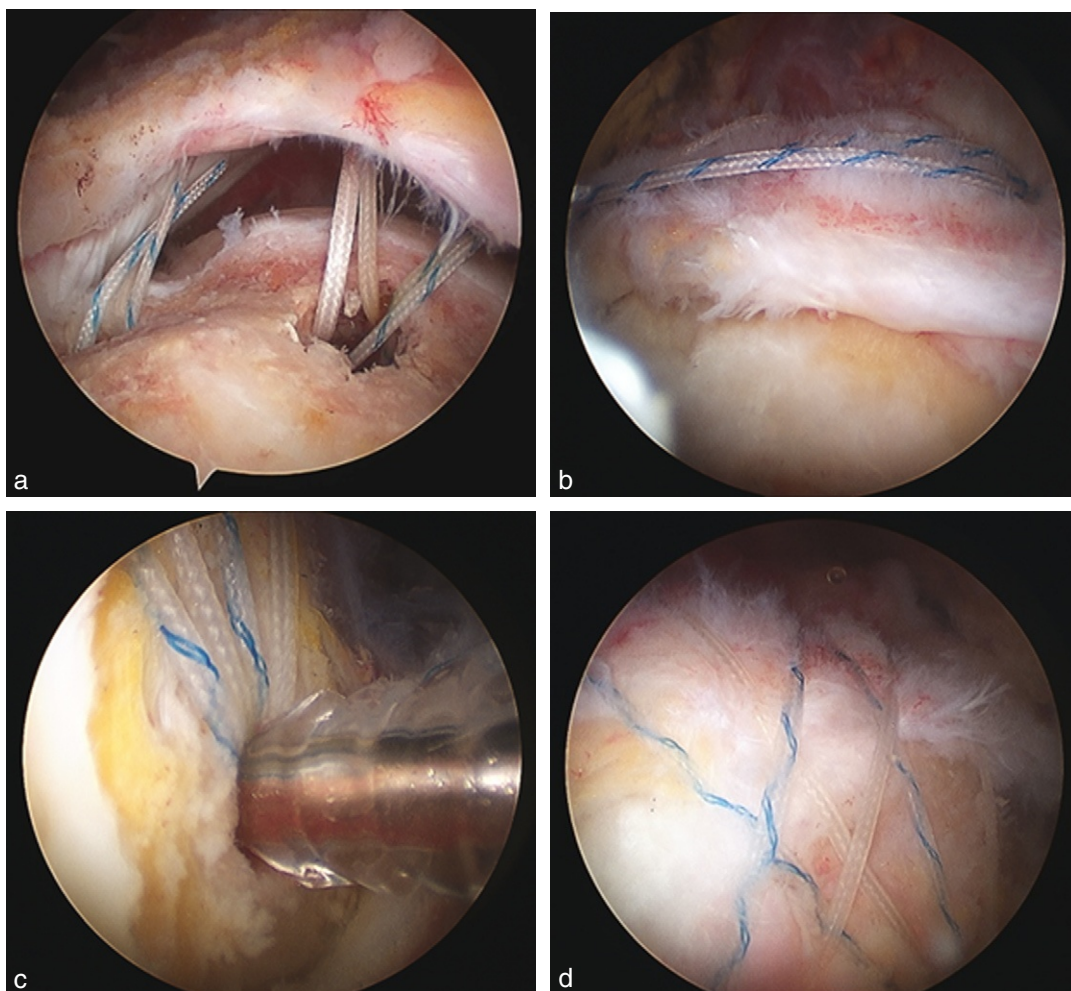


Figure 15. « Suture bridge » avec le système Push Lock® Arthrex.

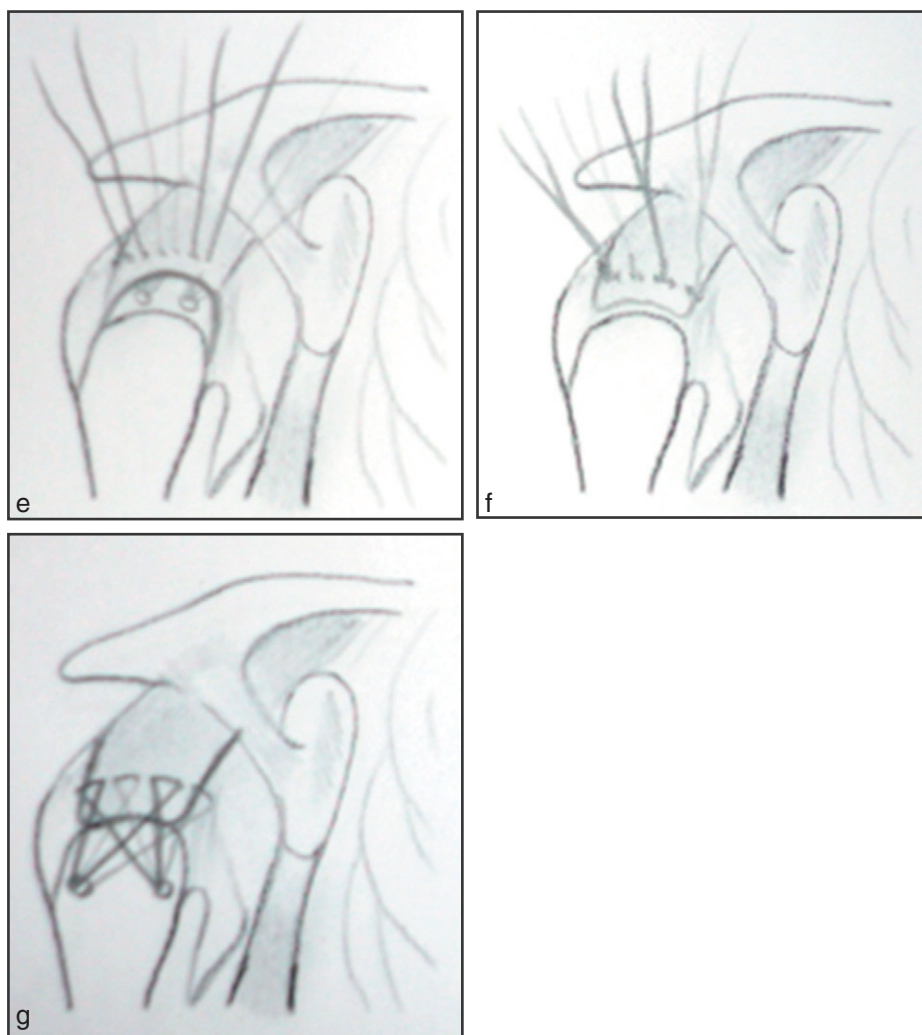


Figure 15. Suite.

Une poulie médiale supplémentaire entre les deux ancrs peut compléter la réparation tendineuse pour augmenter l'effet de compression tendineuse médiale sans être ischémiant. D'autres techniques DR ont été décrites pour éviter les sutures ischémiantes du rang médial : la « *cross bridge double row technique* » [20] (figure 18) associe un rang latéral de réduction, une double poulie médiale et un rang croisé, l'objectif étant d'éviter ce « paradoxe des sutures en DR » avec des ruptures au rang médial lié à l'ischémie tendineuse [7,26,37].

Une seule étude prospective montre des résultats cliniques supérieurs pour le traitement des ruptures moyennes ou larges [32] en DR par rapport au SR, mais aucune étude prospective ne montre la supériorité des techniques DR par rapport aux techniques SR pour les ruptures distales. Nous privilégions la technique DR pour le traitement des lésions distales du sus-épineux, mais nous souhaitons que la tension de la réparation tendineuse soit principalement absorbée par les ancrs latérales et non par les ancrs médiales.

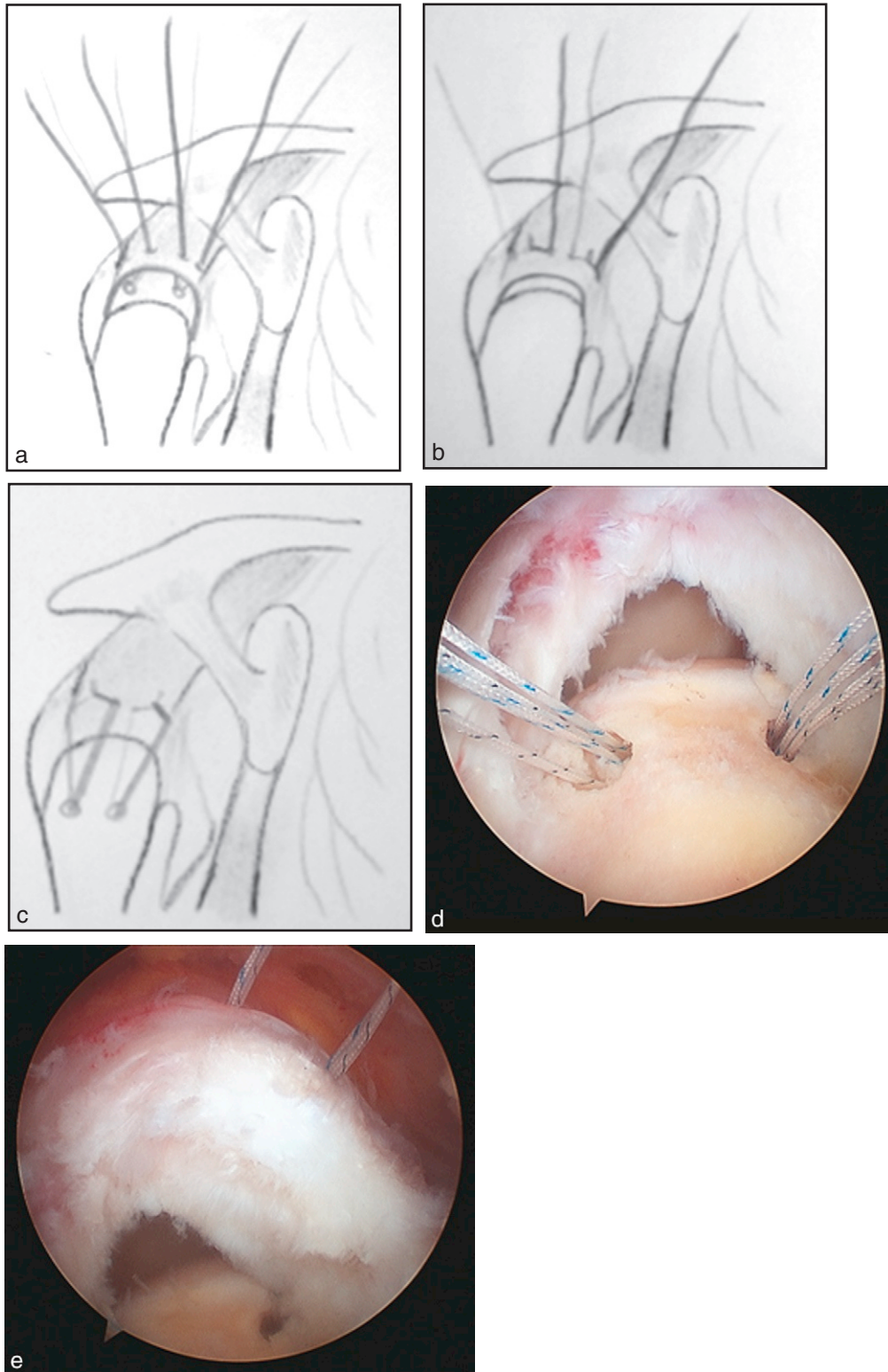


Figure 16. Mattress-tension-band technique.

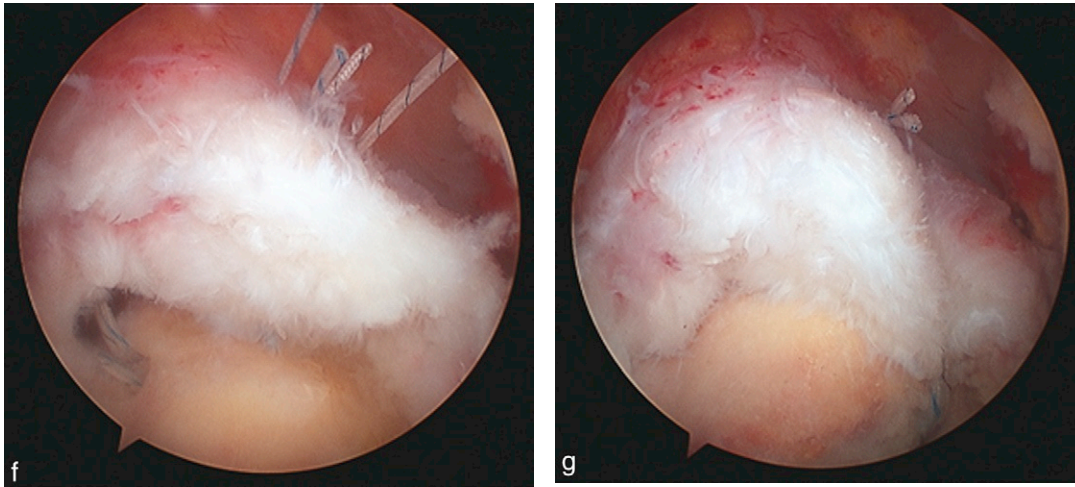


Figure 16. Suite.

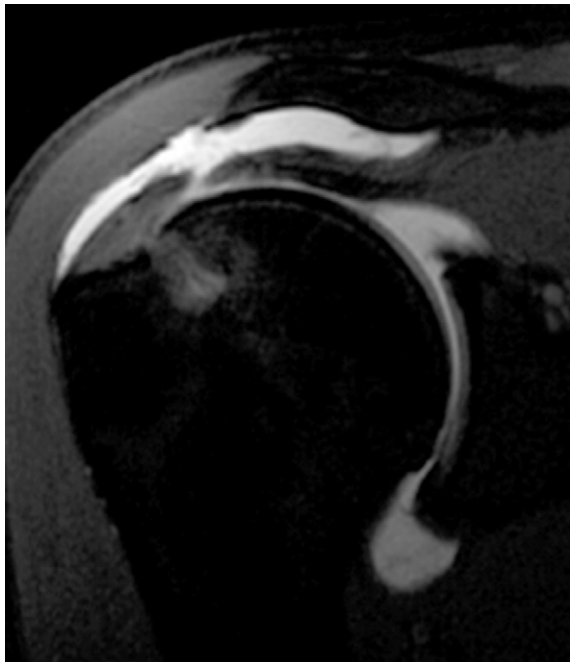


Figure 17. Rupture postopératoire après réinsertion en double rang en «suture bridge».

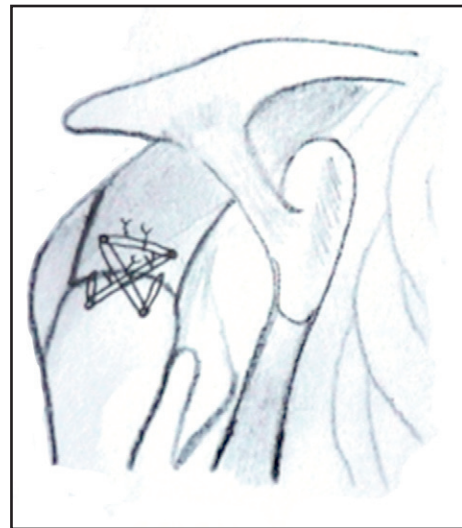


Figure 18. Cross-bridge double-row technique.

RÉFÉRENCES

- [1] Arrigoni P, Brady PC, Burkhart SS. The double-pulley technique for double-row rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2007; 23 : 675.el-4.
- [2] Boileau P, Chuinard C, Brassard N, et al. The tension-band suture technique for arthroscopic rotator cuff repair. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2007; 8(1) 47-52. Roussanne Y, Scobercea R. The mattress-tension-band technique. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2009; 10 (1).
- [3] Boileau P, Brassard N, Roussanne Y, Scobercea R. The mattress-tension-band technique : a knotless double row arthroscopic rotator cuff repair. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2009; 10 (1) : 22-25.
- [4] Boileau P, Brassard N, Trojani C, Balg F. Réparation arthroscopique de la coiffe des rotateurs par la technique du «haubannage tendineux». *Maîtrise Orthopédique* 2004; 137.
- [5] Boileau P, Brassard N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus : does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87 (6) : 1229-40.

- [6] Boileau P, Chuinard C, Brassart N, Trojani C. The tension-band suture technique for arthroscopic rotator cuff repair. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2007; 8 (1) : 47–52.
- [7] Charousset C. Arthroscopic double-row rotator cuff repair : results and complications. Présentation orale. Société française d'arthroscopie; 2007.
- [8] Codman E. The shoulder : rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa. Melbourne : Krieger; 1984. p. 123–77.
- [9] Codman EA. The shoulder. Boston : Thomas Todd; 1934.
- [10] Cole BJ, El Attrache NS, Anbari A. Arthroscopic rotator cuff repairs : an anatomic and biomechanical rationale for different suture-anchor configurations. *Curr Concepts Arthroscopy* 2007; 23 (6) : 662–9.
- [11] Flurin PH, Landreau P. Symposium SFA. Réparation arthroscopique des ruptures transfixantes de la coiffe. Réunion annuelle 2004. *Rev Chir Orthop* 2005; 91(Suppl. 8) : 4S31–4S42.
- [12] Frick H, Haag M, Volz M, Stehle J. Arthroscopic bone needle : a new, safe, and cost-effective technique for rotator cuff repair. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2010; 11 (4) : 107–112.
- [13] Gartsman GM, Khan M, Hammerman SM. Arthroscopic repair of full thickness rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg* 1998; 80A : 832–40.
- [14] Gazielly DF, Gleyze P, Montagnon C, Bruyère G, Prallet B. Résultats fonctionnels et anatomiques après traitement chirurgical des ruptures de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop* 1995; 81 : 17–26.
- [15] Gleyze P, Thomazeau H, Flurin PH, Lafosse L, Gazielly DF, Allard M. Réparation endoscopique des ruptures de la coiffe des rotateurs : étude des facteurs prédictifs du résultat anatomique et fonctionnel (à propos de 87 cas). *Rev Chir Orthop* 2000; 86 : 566–74.
- [16] Grimberg J, Diop A, Kalra K, Charousset C, Duranthon LD, Maurel N. In vitro biomechanical comparison of three different types of single- and double-row arthroscopic rotator cuff repairs : analysis of continuous bone-tendon contact pressure and surface during different simulated joint positions. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 236–43.
- [17] Huijsmans PE, Pritchard MP, Berghs BM, van Rooyen KS, Wallace AL, de Beer JF. Arthroscopic rotator cuff repair with double-row fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(6) : 1248–57.
- [18] Ide J, Maeda S, Takagi K. A comparison of arthroscopic and open rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2005; 21 (9) : 1090–8.
- [19] Johnson L. Rotator cuff diagnostic and surgical arthroscopy of the shoulder. Saint Louis Mosby; Year Book : 1993. p. 365–405.
- [20] Kalra K, Grimberg J, Charousset C. The cross-bridge double row technique for the repair of medium and large tears of the rotator cuff. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2008; 9 (4) : 203–20.
- [21] Kim DH, El Attrache NS, Tibone JE, Jun BJ, DeLaMora SN, Kvitne RS, et al. Biomechanical comparison of a single-row versus double-row suture anchor technique for rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2006; 34 (3) : 407–14.
- [22] Lafosse L, Brozka R, Toussaint B, Gobeze R. The outcome and structural integrity of arthroscopic rotator cuff repair with use of the double-row suture anchor technique. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 (7) : 1533–41.
- [23] Lo IK, Burkhart SS. Double-row arthroscopic cuff repair : re-establishing the footprint of the rotator cuff. *Arthroscopy* 2003; 19 : 1035–42.
- [24] Lo IK, Burkhart SS. Double-row arthroscopic rotator cuff repair : re-establishing the footprint of the rotator cuff. *Arthroscopy* 2003; 19 (9) : 1035–42.
- [25] Ma CB, Comerford L, Wilson J, Puttitz CM. Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs : double-row compared with single-row fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 (2) : 403–10.
- [26] Mazzocca AD, Millett PJ, Guanche CA, Santangelo SA, Arciero RA. Arthroscopic single-row versus double-row suture anchor rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2005; 33 : 1861–8.
- [27] Meier SW, Meier JD. The effect of double-row fixation on initial repair strength in rotator cuff repair : a biomechanical study. *Arthroscopy* 2006; 22 (11) : 1168–73.
- [28] Meyer DC, Nyffeler RW, Fucentese SF, Gerber C. Failure of suture material at suture anchor eyelets. *Arthroscopy* 2002; 18 : 1013–9.
- [29] Millett PJ, Mazzocca A, Guanche CA. Mattress double anchor footprint repair : a novel, arthroscopic rotator cuff repair technique. *Arthroscopy* 2004; 20 (8) : 875–9.
- [30] Nho SJ, Slabaugh MA, Seroyer ST, Grumet RC, Wilson JB, Verma N, et al. Does the literature support double-row suture anchor fixation for arthroscopic rotator cuff repair? A systematic review comparing double-row and single-row suture anchor configuration. *Arthroscopy* 2009; 25 (11) : 1319–20.
- [31] Nho SJ, Yadav H, Pensak M, Dodson CC, Good CR, MacGillivray JD. Biomechanical fixation in arthroscopic cuff repair. *Arthroscopy* 2007; 23 (1) : 94–102.
- [32] Park JY, Lhee SH, Choi JH, Park HK, Yu JW, Seo JB. Comparison of the clinical outcomes of single- and double-row repairs in rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2008; 36 (7) : 1310–6.
- [33] Park MC, ElAttrache NS, Ahmad CS, Tibone JE. « Transosseous-equivalent » rotator cuff repair technique. *Arthroscopy* 2006; 22 (12) : 1360.
- [34] Park MC, Tibone JE, El Attrache NS, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TC. Biomechanical assessment for a footprint-restoring transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 (4) : 469–76.
- [35] Smith CD, Alexander S, Hill AM, Huijsmans PE, Bull AMJ, Amis AA, et al. A biomechanical comparison of single and double-row fixation in arthroscopic rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 2425–31.
- [36] Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 (5) : 953–60.
- [37] Trantalis JN, Boorman RS, Pletsch K, Ian KY. Medial rotator cuff failure after arthroscopic double-row rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2008; 24 (6) : 727–31.
- [38] Uhthoff HK. Structural disorders at the inversion of the supraspinatus tendon. *J Bone Joint Surg* 1998; 80 : 720–5.
- [39] Weiler A, Hoffmann RF, Bail HJ, Rehm O, Südkamp NP. Tendon healing in a bone tunnel. Part II : Histologic analysis after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. *Arthroscopy* 2002; 18 (2) : 124–35.
- [40] Weiler A, Peine R, Pashmineh-Azar A, Abel C, Südkamp NP, Hoffmann RF. Tendon healing in a bone tunnel. Part I : Biomechanical results after biodegradable interference fit fixation in a model of anterior cruciate ligament reconstruction in sheep. *Arthroscopy* 2002; 18 (2) : 113–23.
- [41] Wolf EM, Pennington WT, Agrawal V. Arthroscopic rotator cuff repair : 4- to 10-year results. *Arthroscopy* 2004; 201 : 5–12.

Ruptures isolées du subscapulaire

L. LAFOSSE¹, A. GIANNAKOS¹

RÉSUMÉ

Introduction : Le traitement des lésions isolées du tendon du subscapulaire est spécifique à la chirurgie du secteur antérieur de l'épaule, qu'il soit à ciel ouvert ou sous arthroscopie. Les ruptures larges représentent une difficulté technique nécessitant une dissection médiale étendue en dedans du tendon conjoint au contact du plexus brachial et une approche endoscopique extra-articulaire. Les résultats, bien que peu décrits dans la littérature, sont satisfaisants à condition d'intervenir avant l'infiltration graisseuse et d'effectuer une libération musculotendineuse étendue en respectant l'innervation musculaire, permettant une fixation solide sur le trochin tout en conservant une bonne rotation externe.

Plan de l'étude : Nous décrivons la technique chirurgicale à ciel ouvert et sous arthroscopie adaptée à chaque forme clinique de rupture en fonction de notre classification des lésions du subscapulaire et rapportons nos résultats arthroscopiques des ruptures étendues dont la possibilité du traitement arthroscopique a été longtemps mis en doute.

Matériel et méthode : Entre janvier 2006 et décembre 2008, 74 patients ont été opérés sous arthroscopie de ruptures larges du subscapulaire ; 23 ont été revus et évalués cliniquement et par arthroscanner, avec un recul minimum de 2 ans.

Résultats : Les résultats cliniques postopératoires montrent une amélioration de la fonction de l'épaule passant de 58 à 86 %, du score UCLA passant de 16,4 à 30,9 points et du score de Constant pondéré passant de 48,6 à 75,2 %.

Discussion : Dans les ruptures importantes, nous conseillons une visualisation au-dessus du tendon du subscapulaire, dans son grand axe, par la voie d'abord latérale qui permet de contrôler sa portion intra- et extra-articulaire afin de vérifier sa réduction obtenue par fil tracteur et sa fixation en position anatomique par ancrs et sutures grâce à un accès antérieur plus ou moins haut mais toujours en dehors du tendon conjoint. La ténodèse du biceps est souvent nécessaire. Les résultats montrent une nette amélioration de tous les scores, de la douleur, de la force et de la fonction. Les échecs s'élèvent à 9 % (2 cas). Nous ne rapportons pas de complication.

Conclusion : La clef de cette chirurgie est la libération tendino-musculaire intra- et extra-articulaire en respectant l'innervation

ABSTRACT – ISOLATED SUBSCAPULARIS TEARS

Introduction: Isolated subscapularis tears are treated at the anterior part of the shoulder by open or arthroscopic surgery. Massive tendon tears need a large medial dissection to the plexus brachialis and an extra-articular release of the adhesions to the conjoint tendons. Although less has been published about follow-up after subscapularis repair, good results can be achieved if the repair is performed before severe fatty infiltration occurs and if the musculo-tendinous unit is sufficiently released under control and protection of neurovascular structures. This allows a solid fixation at the lesser tuberosity without impairing external rotation.

Study design: We describe open and arthroscopic techniques for subscapularis repair on the basis of different types of lesions according to our classification. Furthermore we report our results of arthroscopic repair in massive and retracted subscapularis tears (stage III-V) whose possibility of arthroscopic treatment was doubted for a long time.

Materials and Methods: Between January 2006 and December 2008, 74 patients have been operated by arthroscopic reconstruction in massive subscapularis tears. The results of 23 from 74 patients could be investigated by clinical exam and arthro-CT with a minimum follow-up of 2 years.

Results: Function of patients improved from 58% to 86%. The Constant score showed an increase from 48.6% to 75.2% as well as the UCLA score who increased from 16.4 to 30.9 points.

Discussion: In massive tears we recommend visualization by a lateral portal parallel and above the superior part of the tendon in order to visualize the intra- and extraarticular part of the subscapularis muscle. This allows controlling reduction by traction suture and correct anchor placement at the anatomical insertion area. The described lateral portal that is situated on line to the tendon of the subscapularis muscle remains posterior to the conjoint tendon. Tenodesis of the biceps tendon is often necessary. Both clinical scores and the subjective function show a clear increase. That means that pain diminishes and force as well as function improve. Two patients showed a failure of the reconstruction that corresponds to 9% of the entire group. No complications have been seen or reported.

¹Alps Surgery Institute, Département de chirurgie orthopédique, Clinique générale, 4, chemin Tour la Reine, 74000 Annecy, France.

neurovasculaire du muscle subscapulaire, imposant une connaissance parfaite des structures anatomiques de la région antérieure de l'épaule. Niveau d'évidence IV (étude rétrospective).

Conclusion: Key point of subscapularis reconstruction is a complete intra- and extraarticular musculo-tendinous release under protection of neurovascular structures wherefore good anatomical knowledge of the anterior part of the shoulder is needed. Evidence level: IV (retrospective study).

Mots-clés : Rupture de la coiffe des rotateurs. – Réparation arthroscopique de la coiffe des rotateurs. – Subscapulaire.

Key-words: Rotator cuff tear. – Arthroscopic cuff repair. – Subscapularis.

Introduction

Les techniques de traitement arthroscopique des ruptures du subscapulaire ont été développées et publiées bien après celles des ruptures du sus- et sous-épineux. Les ruptures isolées du subscapulaire sont rares, avec une incidence de 4,9 % des ruptures de coiffe dans notre pratique [1]. Elles apparaissent, surtout chez les patients encore actifs, lors des mouvements de résistance à une rotation externe forcée ou d'extension du bras en abduction. Les ruptures du subscapulaire apparaissent également chez les patients âgés lors d'une luxation gléno-humérale. Certains patients ne présentent pas de traumatisme, suggérant une étiologie dégénérative [2]. Dans la littérature, les ruptures du subscapulaire associées à une pathologie de la coiffe se retrouvent dans 35 % des cas pour Bennet et al. [3], dans 27,4 % des cas pour Arai et al. [4] et dans 30 % des cas pour Bennet et al. [5].

Après avoir exposé les différentes options d'abord à ciel ouvert, puis sous arthroscopie, pour chacune des formes cliniques que nous avons décrites en fonction de la taille et de l'étendue de la rupture, nous rapporterons les résultats plus spécifiques des réparations arthroscopiques des lésions étendues du subscapulaire, de stade III minimum [1], avec un recul de 2 à 4 ans.

Anatomie et classification

La zone d'insertion du tendon du subscapulaire au niveau du trochin a une forme triangulaire à petite base supérieure, large en haut du trochin et plus fine à sa partie basse. Ceci correspond tout à fait à une partie tendineuse supérieure épaisse et résistante alors que le tiers inférieur est musculaire et fragile. La hauteur moyenne d'insertion est de 25,8 mm, tandis que sa largeur moyenne est de 18,1 mm. Son bord médial rectiligne est aligné de manière pratiquement parallèle à l'axe longitudinal du fût huméral [6]. Alors que les fibres profondes viennent s'insérer sur la surface

de trochin, les fibres superficielles se prolongent en continuité des expansions des ligaments coraco-huméral (LCH) et gléno-huméral supérieur (LGHS) pour recouvrir la gouttière du biceps et en assurer sa stabilité. Cette notion est essentielle car elle permet de comprendre que les lésions de désinsertion du feuillet profond, parfois étendues vers le bas, passent inaperçues à ciel ouvert du fait de l'apparente continuité tendineuse du feuillet superficiel. Walch a très bien décrit la nécessité d'ouvrir la gouttière du biceps afin de visualiser les ruptures du feuillet profond du subscapulaire [2].

L'anatomie du LCH doit être parfaitement connue, il s'insère sur le bord latéral de la portion horizontale de la coracoïde, sous le ligament acromio-coracoïdien et son pied d'insertion se prolonge en arrière pour venir en continuité avec le LGHS. Son bord antérieur se prolonge en bas et en avant par un fascia qui l'unit, en se dédoublant, au bord supérieur du subscapulaire, constituant une gaine dans laquelle le tendon du subscapulaire coulisse en dessous de la coracoïde. L'ensemble des LGHS LCH et de ce filet aponévrotique, communément appelé l'intervalle des rotateurs, est tapissé d'une structure graisseuse et neurologique de capteurs de Golgi et de Paccini [19] avec une orientation de fibres neuro-sensitives transmettant l'information depuis la zone articulaire via une voie nerveuse passant sous la coracoïde. Cette zone est extrêmement sensible et on voit souvent s'y développer une inflammation rosée pathologique responsable d'une rétraction ligamentaire douloureuse limitant la rotation externe. La libération et la coagulation de cette zone sont essentielles pour obtenir la libération haute du tendon du subscapulaire, en libérant parfois la totalité de l'insertion ligamentaire sur le bord externe de la coracoïde afin de permettre une réduction anatomique de la rétraction tendineuse. La large ouverture de l'intervalle des rotateurs permet la restitution de la rotation externe et n'a jamais entraîné dans nos mains de problème d'instabilité.

À l'opposé des ruptures de la coiffe postéro-supérieure, l'histoire naturelle des ruptures du subscapulaire est constante, le sens de désinsertion se fait toujours, à des degrés divers, dans le plan transversal depuis le feuillet profond vers le feuillet superficiel et dans le plan vertical depuis le haut vers le bas.

Cette constatation en accord avec les données anatomiques et arthroscopiques lésionnelles, nous a conduit à décrire une classification en cinq types des lésions du tendon du subscapulaire en 2007 [7] (tableau 1). Les lésions de type I sont de simples érosions du tiers supérieur sans désinsertion osseuse. Le type II est une désinsertion limitée au tiers supérieur (figure 1). Le type III est une atteinte de toute la hauteur de l'insertion tendineuse mais sans désinsertion musculaire du tiers inférieur, avec une limitation de la rétraction tendineuse (figure 2). Le type IV est une désinsertion complète du subscapulaire avec une rétraction de l'ensemble du tendon jusqu'au niveau de la glène, la tête humérale restant encore centrée sans contact coracoïdien au scanner en rotation interne (figure 3). Le type V est également une rupture complète mais avec une migration antéro-supérieure de la tête qui vient au contact de la coracoïde et s'associe le plus souvent à une infiltration graisseuse (figure 4). Sur cette base, nous avons affiné l'analyse des lésions dans le but d'y adapter le traitement. La lésion isolée du feuillet articulaire est spécifiée « A » (figure 5) et nécessite souvent une élévation tendineuse par un palpeur. La forme « F » est une désinsertion emportant une partie au moins du trochin, réalisant une fracture avec rétraction ostéo-tendineuse.

Bien que nous traitions les ruptures isolées du subscapulaire, il nous semble indispensable d'y associer

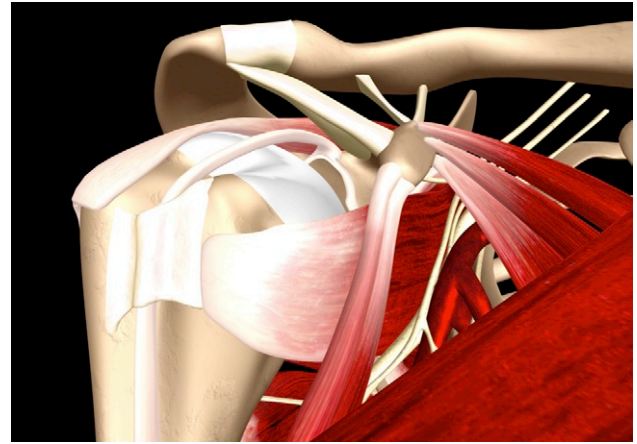


Figure 1. Lésion de type II.

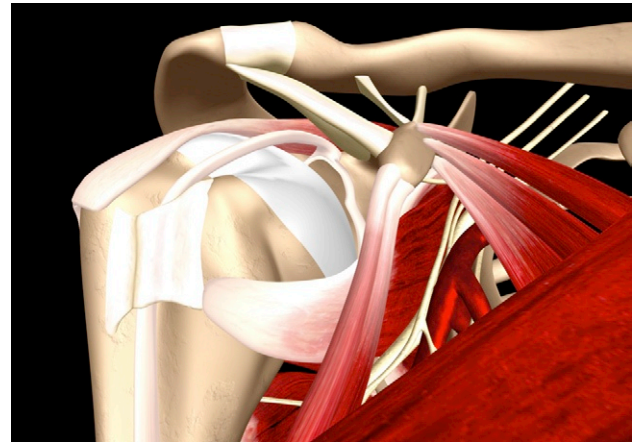


Figure 2. Lésion de type III.



Figure 3. Lésion de type IV.

Tableau 1
Classification des ruptures du subscapulaire avec le nombre de cas pour chaque type inclus dans notre étude

Type	Lésion	Nombre de cas
I	Lésion partielle du tiers supérieur	0
II	Lésion complète du tiers supérieur	0
III	Lésion complète des deux tiers supérieurs	15
IV	Lésion complète du tendon avec une tête humérale centrée	5
V	Lésion complète du tendon avec une tête humérale excentrée avec un conflit coracoïdien	3

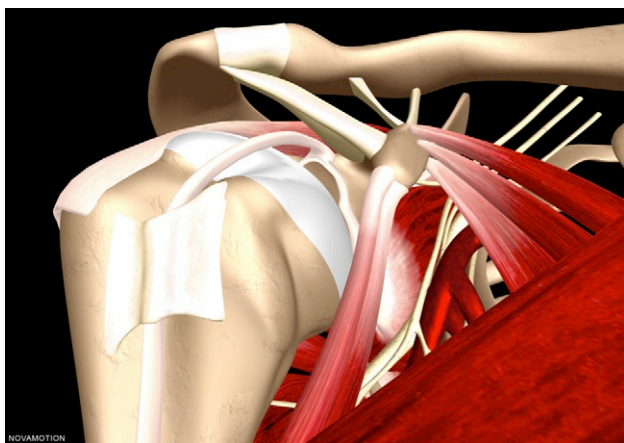


Figure 4. Lésion de type V.

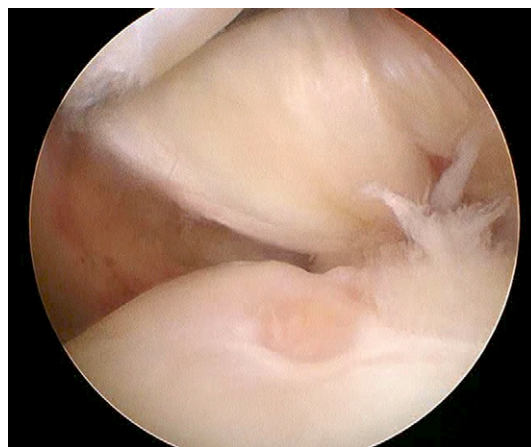


Figure 6. Lésion isolée du feuillet artriculaire et luxation du biceps (scope par voie A).

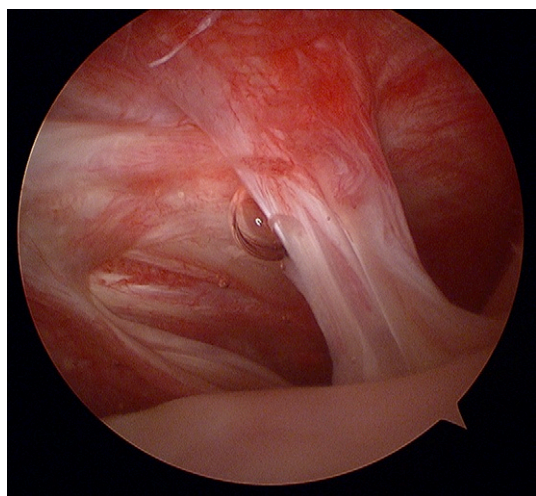


Figure 5. Lésion isolée du feuillet artriculaire (scope par voie A).

deux types de lésions extrêmement fréquents dans les lésions du subscapulaire : celles du biceps et celles du bord antérieur du sus-épineux.

Les lésions du biceps se voient essentiellement dans les désinsertions prédominantes du feuillet profond où le biceps vient s'éroder sur le bord antérieur de sa coulisse, avec une tendance naturelle à la subluxation antérieure du fait de sa direction malgré les fibres d'entrée de la gouttière terminales des insertions terminales des LGH et LGHS (figure 6). Cette partie ligamentaire, parfois distendue, mais en continuité, ne doit pas rassurer une vision arthroscopique limitée à cette seule entrée car l'érosion antérieure du biceps peut se prolonger en dessous de la zone articulaire et il faut savoir systématiquement explorer loin la coulisse du biceps et exposer la face inférieure du subscapulaire en visualisant la face profonde du subscapulaire à

l'aide d'un palpeur en positionnant l'épaule en flexion et légère rotation interne. À un degré supérieur, lors des ruptures étendues de stade 3 du subscapulaire, la subluxation est souvent habituelle, perceptible par le patient avec un tableau douloureux voire audible lors des rotations externes. Parfois, le biceps est luxé en permanence en avant de l'entrée de sa gouttière, le plus souvent dans un dédoublement entre feuillet profond et superficiel avec dans certaines formes un passage du biceps à travers un clivage horizontal entre les deux tiers supérieurs désinsérés en haut et le tiers inférieur resté intact en bas dans les types III. Étonnamment, dans certaines ruptures de type IV, la stabilité du biceps est conservée et ses ligaments ont été épargnés par la rupture souvent traumatique et brutale dans ces formes de désinsertions aiguës du subscapulaire.

Il nous semble également indispensable de décrire les associations avec les déchirures longitudinales du sus-épineux, dont la désinsertion antérieure reste en continuité tendineuse avec le subscapulaire, venant cravater la coracoïde.

Dans ces formes – contrairement à certains auteurs qui ont suggéré de séparer les deux tendons – nous pensons qu'il faut, bien au contraire, conserver ce confluent de continuité tendineuse, systématiquement désinsérer de la coracoïde le LCH qui est rétracté et libérer l'espace péricoracoïdien afin de permettre une réduction anatomique sans traction de l'angle antéro-externe formé de la confluence des deux tendons et du LCH au bord supéro-externe du trochin.

Histoire naturelle des ruptures du subscapulaire

Il est étonnant de réaliser que le nom de ce muscle est « subscapulaire » et non « antéscapulaire ». On doit en

déduire que sa description sous et non devant l'omoplate date de la position animale de l'homme lorsqu'il était encore à quatre pattes. La situation anatomique du subscapulaire occupant la totalité de la partie antérieure de la scapula, son embryogenèse, sa vascularisation, son innervation spécifique et sa proximité avec d'autres éléments anatomiques comme le plexus, la coracoïde, le tendon conjoint et les autres éléments intrinsèques de l'articulation scapulo-humérale font que l'histoire naturelle des lésions du subscapulaire, isolés ou associés à d'autres éléments de la coiffe, lui est tout à fait spécifique et bien différente de celle de la coiffe postéro-supérieure. La symptomatologie et les conséquences biomécaniques sont également très différents et bien que longtemps méconnues, les lésions du subscapulaire sont certainement les lésions les plus graves de la coiffe des rotateurs. Leur dépistage, leur diagnostic et un traitement adapté sont essentiels à la bonne fonction de l'épaule. La proximité de l'insertion haute du subscapulaire avec l'origine de la gouttière du biceps explique la fréquence de l'association pathologique et clinique de ces deux éléments. De même, l'entrecroisement des fibres antérieures du sus-épineux et de celles de la partie haute du subscapulaire au-dessus de la gouttière du biceps explique la fréquence de ces trilogies lésionnelles.

Les lésions isolées du subscapulaire sont assez rares par rapport aux lésions antéro-supérieure de la coiffe : lésions antérieures du sus-épineux combinées avec celles de la partie haute du subscapulaire. La proximité de l'insertion haute du subscapulaire et de la sangle antérieure du biceps fait que les désinsertions du tiers supérieur du subscapulaire s'accompagnent souvent d'une instabilité antérieure du biceps à type de subluxation ou de luxation. La continuité fréquente du feuillet superficiel masque cette instabilité et, comme l'a montré Walch, lors de l'abord chirurgical extra-articulaire de l'épaule pour une réparation de coiffe, il faut savoir ouvrir la gouttière du biceps à la recherche de son instabilité et d'une lésion de la face profonde du subscapulaire.

Les ruptures du subscapulaire surviennent généralement sur des tendons dégénératifs, mais il faut dissocier les formes d'atteinte progressives, généralement assez limitées de symptomatologie insidieuse ou révélées par une rupture « libératrice » du biceps, des formes brutales et traumatiques, souvent très étendues et très symptomatiques. Typiquement, ces ruptures surviennent sur un traumatisme en abduction hyper-rotation externe contre résistance du subscapulaire en contraction (typiquement la chute dans un escalier en se retenant à la rampe) avec une douleur intense, durable et souvent responsable d'une impotence fonction-

nelle majeure. Étonnamment, la poulie antérieure du biceps est souvent conservée malgré l'importance de la lésion du subscapulaire, détaché sur toute sa hauteur, et il n'y a peu d'instabilité antérieure du TBI dans ces formes traumatiques. Dans d'autres cas, la coulisse est largement ouverte, voire c'est un fragment osseux du trochin qui est arraché avec cette fois une instabilité majeure du biceps luxé en avant.

Contrairement aux lésions postéro-supérieures, les ruptures du subscapulaire se produisent toujours de la même façon : de haut en bas et depuis le feuillet profond vers le feuillet superficiel. Il n'y a pas, en dehors des luxations de l'épaule avec désinsertion ligamentaire humérale, de rupture de la partie inférieure du subscapulaire sans rupture de la partie haute ; de même, il n'y a pas de rupture du feuillet superficiel sans désinsertion du feuillet profond.

Les conséquences biomécaniques de la rupture du subscapulaire sont liées à la disparition du mur antérieur dynamique de l'articulation scapulo-humérale. Le rôle stabilisateur vers l'arrière de la tête humérale par ce muscle est expliqué par la direction postérieure du tendon situé sur la face antérieure de la scapula du fait de sa situation rétrothoracique. Le subscapulaire assure donc bien une traction de la tête humérale en arrière du thorax. Le déficit fonctionnel lié à la rupture du subscapulaire entraîne, lors de la contraction du deltoïde, une déstabilisation antéro-supérieure de l'articulation scapulo-humérale avec une migration de la tête humérale qui vient en conflit avec la coracoïde. C'est ce déficit de recentrage actif du subscapulaire mis en course interne qui est mis en évidence par la translation antérieure de la tête humérale de l'épaule placée en rotation interne et flexion la main sur le ventre lors de la manœuvre du « Belly Press test » (figure 7) [13], potentialisé et quantifié par une pression vers l'arrière sur le coude. De même, en rotation interne maximale, la main derrière le dos, le déficit de recentrage actif est mis en évidence par l'impossibilité de maintenir l'épaule en rotation interne active extrême, nécessaire au décollement de la main du plan du dos (« lift off test ») (figure 8) [14]. Enfin, lors de la rotation interne combinée à une flexion antérieure de 90° de l'épaule pour positionner la main sur le moignon de l'épaule opposée le bras à l'horizontale, la force de résistance à une rotation externe pratiquée par l'examineur nécessite un parfait recentrage dynamique de la tête par le subscapulaire qui est là encore placé dans sa course interne. Un déficit de recentrage se traduit par l'impossibilité de résister à une élévation verticale de la main de l'examineur qui exerce une force en rotation externe (« Bear Hug test ») (figure 9) [9].



Figure 7. «Belly press test».



Figure 8. «Lift off test» Gerber.

Au maximum, l'excentration du centre de rotation de l'articulation scapulo-humérale est telle que l'élévation et la translation antérieure de la tête humérale deviennent systématiques à chaque contraction du deltoïde. Initialement purement dynamique, elle finit par devenir une déformation statique fixée sous l'acromion, au contact de la coracoïde et du ligament acromio-coracoïdien. Ces formes de rupture étendues entraînent une impossibilité d'élévation active du bras en dessous de l'horizontale par déficit de recentrage actif de l'articulation scapulo-humérale, alors que la mobilité active redevient parfois possible et permet le



Figure 9. «Bear hug test».

maintien de la main en l'air lorsque le bras est porté passivement près de la verticale : c'est typiquement l'épaule pseudo-paralytique car la « paralysie » n'est pas d'origine neurologique mais musculo-tendineuse. Si le patient arrive parfois à masquer ce déficit par un balancier du bras lui permettant de passer l'horizontale, la redescente du membre s'effectue avec une claire insuffisance de coiffe dont témoigne la dyskinésie scapulo-thoracique au mieux appréciée par une inspection du dos du patient.

Dans les formes historiques associant une rupture massive du subscapulaire à celle du sus-épineux, la migration de la tête peut détruire l'arche coraco-huméral et saillir sous le deltoïde avec une épaule figée.

Examens clinique et paraclinique

Dans le cadre de l'examen clinique classique des patients atteints d'une rupture de la coiffe des rotateurs, certains points cliniques sont très importants à souligner pour l'évaluation des lésions du subscapulaire.

Nous avons précédemment vu l'histoire clinique typique des ruptures traumatiques du subscapulaire et il faut souligner la mauvaise tolérance initiale des lésions du subscapulaire sur le plan de la douleur et décrit les trois signes clefs que sont le « Belly Press test » [13], le « lift off » [14] et le « Bear Hug test » [9]. Aucun d'eux n'est complètement spécifique mais c'est la conjonction de l'histoire clinique et de plusieurs signes du testing qui permet la présomption avec une vraisemblance à des degrés divers de lésion du subscapulaire.

L'hypermobilité asymétrique en rotation externe coude au corps est un des signes les plus spécifiques de lésion étendue du subscapulaire.

La mobilité en rotation interne est évaluée en position neutre mais aussi surtout en abduction à 90°. En effet, le testing du subscapulaire par le « Belly Press test » et par le signe de « lift off » nécessite une mobilité complète de la rotation interne. Une réduction de la rotation interne dans cette position va à tort entraîner des faux positifs. C'est dans ces cas de limitation de la rotation interne que le signe de « Bear Hugg test » prend toute son importance.

Plusieurs facteurs peuvent limiter la rotation interne : la rétraction capsulaire postérieure, le conflit sous-acromial, avec ou sans rupture du sus-épineux, l'instabilité postérieure du biceps mais aussi l'enraidissement acromio-thoracique. La mobilité scapulo-thoracique est donc extrêmement importante à évaluer, simplement en se plaçant en arrière du patient et en quantifiant la rétropulsion des moignons de l'épaule. La mobilité scapulo-thoracique est un reflet de celle de l'acromio-claviculaire. Une raideur arthrosique de cette articulation est exceptionnellement douloureuse à la pression ou à la mobilisation locale mais souvent responsable de signes non spécifiques comme la limitation d'élévation, mais surtout de la rotation interne avec des tests de subscapulaire faussement positifs.

Technique chirurgicale

Installation

Les patients sous anesthésie générale après bloc interscalénique sont installés en position semi-assise, le bras libre en cas de chirurgie ouverte ou maintenu en élévation antérieure par une traction longitudinale de 1,5 à 3 kilogrammes sous arthroscopie, permettant de positionner l'humérus en légère flexion et rotation neutre, exposant ainsi aisément les bords d'entrée postérieurs et antérieurs de la gouttière du biceps. Les avantages de cette position sont donc une meilleure visualisation arthroscopique du tendon du subscapulaire comme celle décrite pour le ciel ouvert par Nové-Josserand [8]. La rotation est aisée et permet d'exposer au mieux, depuis l'abord arthroscopique postérieur, la zone d'insertion du subscapulaire sur une grande hauteur par une augmentation de la flexion en cas de rupture étendue de sa face profonde. Lors des mouvements de flexion, l'arthroscope vient se placer dans l'axe de l'humérus et l'exploration de toute la hauteur d'insertion du subscapulaire devient possible en intra-articulaire.

L'installation en décubitus latéral est beaucoup moins adaptée à l'exploration du subscapulaire et plus

globalement à toute la chirurgie extra-articulaire de la région antérieure de l'épaule, à ciel ouvert ou sous arthroscopie.

Chirurgie à ciel ouvert

Voies d'abord

La voie d'abord delto-pectoral est la plus logique pour l'abord des lésions du subscapulaire, y compris s'il existe une lésion associée du sus-épineux, à condition qu'elle soit limitée à sa partie toute antérieure. Lorsque la voie d'abord est supérieure transdeltoïdienne du fait d'une lésion associée plus étendue de la coiffe supérieure ou postéro-supérieure, après acromioplastie, la dissection du subscapulaire est plus difficile mais toujours possible grâce à une flexion antérieure importante (90°) de l'épaule.

Déroulement opératoire

Exposition du subscapulaire

Après isolement de la veine céphalique réclinée en dehors avec le deltoïde, l'aponévrose clavi-pectoro-axillaire est exposée, puis incisée verticalement en dehors du tendon conjoint, un rétracteur contre-coudé est placé au bord supérieur de la coracoïde le bras étant porté en flexion pour détendre les fibres du deltoïde et du grand pectoral. Le ligament coraco-acromial est identifié et on effectue l'hémostase des branches terminales de l'artère et des veines acromio-thoraciques. Le fascia recouvrant la face antérieure du subscapulaire est pelé à l'aide d'une compresse afin de bien identifier les fibres musculaires et tendineuses (figure 10). La dissection est menée sur toute la hauteur du subscapulaire dont les limites sont parfaitement identifiées. Il est très important d'épargner l'innervation du subscapulaire qui est constituée de plusieurs branches nerveuses issues directement du plexus, dont la limite latérale est toujours constituée d'une aponévrose en arrière du bord interne du tendon conjoint. Cette dissection peut devenir très difficile lorsque la rupture du subscapulaire est très rétractée (type IV ou V) et que le plexus est très adhérent à la face antérieure du subscapulaire. C'est là que la visualisation à ciel ouvert a ses limites et que la dissection arthroscopique est paradoxalement plus facile qu'à ciel ouvert. On commence ensuite la dissection du subscapulaire par son bord inférieur en flexion de l'épaule, puis celle de son bord latéral en flexion rotation interne afin d'identifier la gouttière du biceps puis celle de son bord supérieur en position neutre de l'articulation. Le bord inférieur est limité par les artères jumelles, situées dans un fascia

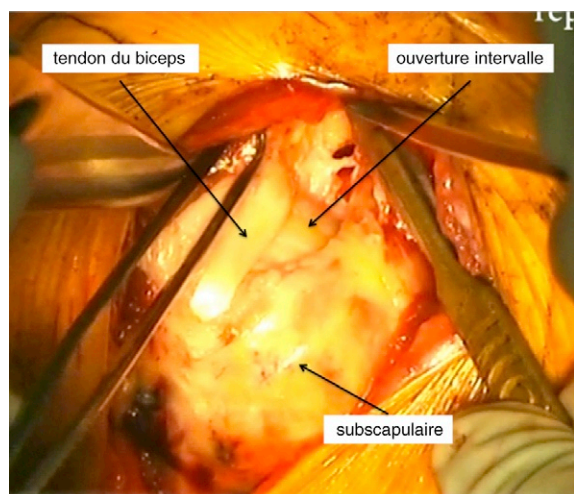


Figure 10. Ouverture de l'intervalle des rotateurs.

graisseux, accompagnées des veines et plexus veineux très sensibles à une dissection trop hâtive, surplombant le bord supérieur des tendons du grand dorsal qui masque en arrière celui du grand rond. Le bord latéral de l'insertion terminale du subscapulaire sur le trochin est repéré en rotation interne, elle est située au bord interne de la gouttière du biceps qui est ouverte afin d'exposer le tendon de la longue portion du biceps (TBI) dans le but ultérieur d'en effectuer la ténodèse. Au bord supérieur de la gouttière, le sommet du trochin représente le promontoire sur lequel viennent s'insérer le bord supérieur du tendon du biceps en avant et le ligament LCH en arrière. Ce point représente le sommet d'un espace triangulaire dont le côté supérieur est le bord antérieur du LCH, le bord inférieur est le bord supérieur du tendon nacré du sus-épineux et la base médiale est le pied de la coracoïde. Ce triangle est tapissé d'une fine aponévrose qui est incisée horizontalement afin d'effectuer l'arthrotomie qui permet d'exposer le bord supérieur du ligament gléno-huméral moyen (LGHM). Pour mémoire, c'est cet espace correspondant à la moitié antérieure de l'intervalle des rotateurs qui est traversé pour la voie d'abord instrumentale des réparations arthroscopiques du bourrelet glénoïdien. Comme décrit par Walch [17], l'exposition du sommet du trochin par l'incision du ligament de la gouttière du biceps permet d'exposer l'insertion haute du subscapulaire. Seule une dissection guidée par le contrôle de l'insertion toute latérale du feuillet profond du subscapulaire pourra permettre de faire un diagnostic précis des lésions. Il est essentiel de bien différencier le tendon du tissu cicatriciel qui le prolonge jusqu'au périoste, surtout dans les formes pour lesquelles la rétraction est majeure.

Libération du subscapulaire

Dans les types I et II, seul le tiers supérieur du subscapulaire est désinséré mais la libération peut être nécessaire qu'au niveau de l'intervalle des rotateurs avec une désinsertion médiale et une coagulation des fibres nerveuses passant sous la coracoïde afin de libérer au maximum la rotation externe. Il est important de disséquer le bord supérieur du tendon du subscapulaire de la base de la coracoïde et du bord antérieur de la glène, mais il faut bien préserver l'insertion du bourrelet entre midi et 3 heures ainsi que celle du LGHM.

Pendant tout le temps de dissection, l'insertion du biceps est conservée afin de servir de repère et il ne sera désinséré puis ténodésé qu'au moment de la fixation du subscapulaire.

De façon idéale, il serait opportun de pouvoir libérer également la capsule postérieure gléno-humérale, souvent inflammatoire et rétractée, responsable d'une limitation de la rotation interne mais l'abord à ciel ouvert est impossible. Là encore, l'arthroscopie permet de bien mieux visualiser et traiter ce type de lésion.

Dans les types III, lorsque les deux tiers sont désinsérés, la libération autour de la coracoïde ne suffit pas et il est nécessaire de libérer, en plus du bord supérieur sous la coracoïde, les faces articulaires postérieure et extra-articulaire antérieure de la zone désinsérée. On place un fil tracteur à l'angle supérieur du subscapulaire désinséré, en continuité avec l'insertion latérale du LCH et du bord antérieur du sus-épineux lorsque celui-ci est désinséré également, afin de permettre une traction latérale douce pour aider et apprécier la libération tendino-musculaire. La partie articulaire est exposée en flexion rotation interne de l'épaule, en séparant au bistouri froid ou aux ciseaux le subscapulaire du LGHM à l'aplomb de la glène jusqu'à voir ses fibres musculaires et sentir par le fil tracteur la réduction sans effort du tendon sur le trochin. La face antérieure est libérée aux ciseaux en dehors et en arrière du tendon conjoint tout en maintenant un contrôle visuel ou tactile du plexus, en particulier des nerfs supérieurs et médians du subscapulaire, qui pénètrent le muscle à une distance variable de 0 à 1 cm en dedans de la coracoïde [18].

Dans les types IV pour lesquels la désinsertion du subscapulaire se fait sur toute sa hauteur, la rétraction va jusqu'à l'aplomb de la glène et nécessite une dissection étendue. Il est indispensable de repérer le nerf axillaire en adduction rotation neutre au bord inférieur de la glène et de le maintenir récliné en dedans avec le tendon conjoint par un long écarteur de Farabœuf pendant toute la dissection. Deux fils tracteurs sont positionnés aux angles supérieurs et inférieurs de la désinsertion après avoir soigneusement repéré le bord

latéral du subscapulaire. La dissection est ensuite menée au bord supérieur en premier, puis la face articulaire et enfin sur la face antérieure.

Dans les types V où le trochin vient au contact de la coracoïde du fait de la migration antéro-supérieure de la tête, il est essentiel de libérer les adhérences en arrière du tendon conjoint. C'est une dissection souvent difficile car peu accessible et saignante mais seule cette libération permet un repositionnement correct de la tête humérale en face de la glène et de préparer le transfert tendineux de compensation de la rupture irréparable du subscapulaire. La restitution de la translation postérieure physiologique de la tête sans traction sur le conjoint est la preuve de la bonne libération.

Fixation du subscapulaire

La fixation du tendon libéré devient la partie la plus simple de l'intervention lorsque la libération a été complète. Après une très discrète abrasion de la corticale qui est conservée, une ou plusieurs ancrs (Healix BR 5,5 mm Anchor w/Orthocord, Depuy Mitek), en fonction de l'étendue des lésions, sont placées de bas en haut sur le bord latéral du trochin.

Les fils sont passés en transtendineux deux à deux afin de permettre une suture de Matress, puis noués en commençant par les points les plus inférieurs, l'épaule étant maintenue en légère flexion et rotation neutre. Il est essentiel de ne pas abaisser le subscapulaire. Son bord supérieur peut être suturé à l'insertion latérale du LCH mais il faut conserver une ouverture médiale de l'intervalle des rotateurs afin qui est contrôlée par l'obtention de 30° de rotation externe coude au corps en fin de réinsertion.

Dans les ruptures étendues de type IV, une ancre supplémentaire médiane juxtacartilagineuse entre l'ancre inférieure et supérieure permet une réinsertion en quinconce assurant une application solide du tendon sur le trochin.

Dans les types V où le subscapulaire est souvent dégénéré et où la reconstruction complète est impossible, nous préférons associer une reconstruction partielle de la partie inférieure du subscapulaire à un lambeau de petit pectoral passé en arrière de la coracoïde pour la partie haute du subscapulaire. Bien que cette association soit loin de restituer une force suffisante pour recentrer la tête humérale, nous préférons cette intervention au transfert du grand pectoral [15] dont la traction antérieure ne peut compenser l'effet de traction vers l'arrière du subscapulaire, la scapula étant placée en arrière du gril costal, contrairement à l'insertion médiale du grand pectoral. Il est vrai que le petit pectoral a aussi une direction antérieure et que sa force

est minime en comparaison du subscapulaire, mais son effet de « matelassage » en arrière de la coracoïde suffit souvent à diminuer les phénomènes douloureux sans pour autant restituer la force de recentrage.

Ténodèse du biceps

La ténodèse du biceps est effectuée en fin de dissection du subscapulaire, à l'entrée de sa gouttière par une ancre spécifique juxtacartilagineuse, en combinant la ténodèse par un « lasso-loop » [16] sur la gouttière à une réinsertion du LCH et éventuellement du bord antérieur du sus-épineux si nécessaire. Nous n'utilisons pas la même ancre que pour le subscapulaire qui est plus antérieure et plus basse que la gouttière du biceps. Les fils sont passés en conservant l'attache sur la glène, puis le LBH est sectionné afin de permettre une détente d'environ 1 cm qui nous semble propice à une diminution des phénomènes douloureux postopératoires et à une meilleure cicatrisation sans aucune conséquence esthétique.

Suites postopératoires

Après fermeture sous-cutanée puis cutanée par un surjet intradermique au résorbable rapide sur drainage aspiratif, le membre supérieur est positionné sur un coussin d'abduction en légère rotation interne en proscrivant toute rétropulsion de l'épaule pour une durée de 6 semaines, jour et nuit dans les types IV et V, 3 semaines jour et nuit puis 3 semaines uniquement la nuit dans les types I, II et III. Durant cette période, seules les mobilisations passives sont autorisées mais sans aucune rééducation pendulaire pour éviter la subluxation antérieure et les tractions de la réinsertion tendineuse. La mobilisation en rotation interne est limitée à la main au niveau de l'abdomen sans mettre la main dans le dos. La rotation externe est limitée à 0° et l'élévation doit être indolore, en rotation interne sous la supervision d'un kinésithérapeute. Les mobilisations actives assistées sans restriction sont autorisées sous le seuil de la douleur après 6 semaines et le renforcement musculaire est autorisé après 3 mois.

Chirurgie arthroscopique

Voies d'abord

Le nombre de voies d'abord utilisées dépend de la taille de la lésion du tendon du subscapulaire et de ses associations lésionnelles. Une fois la première voie d'abord effectuée, les suivantes sont de dehors en dedans, sous contrôle scopique, guidées par une aiguille. Les repères cutanés sont moins importants que les repè-

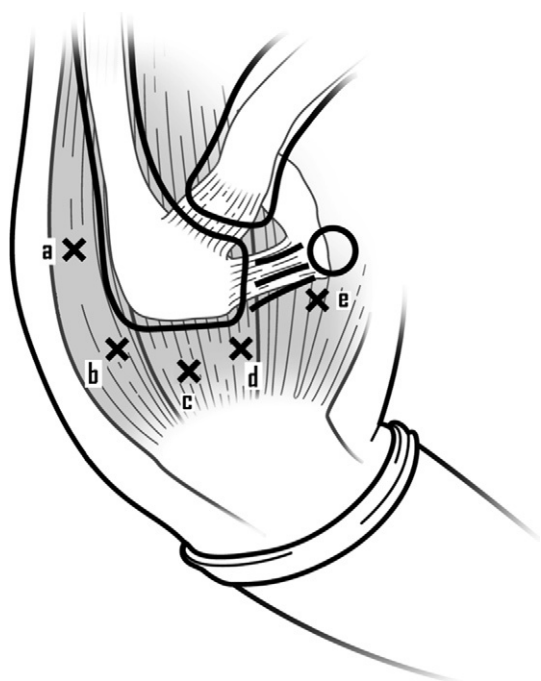


Figure 11. Voies d'abord.

res arthroscopiques mais leurs emplacements sont approximativement orientés par une approche tridimensionnelle extérieure (figure 11).

Voie d'abord A postérieure

Elle permet d'effectuer le bilan intra-articulaire du subscapulaire mais n'est utilisée que pour la visualisation des réparations des lésions limitées du subscapulaire, des ténodèses du biceps et du contrôle intra-articulaire des réparations du sus-épineux.

Voie d'abord C latérale

Elle est initialement utilisée pour la visualisation en cas de rupture associée étendue du sus-épineux ou secondairement pour les ruptures étendues du subscapulaire.

Voie d'abord D antérolatérale et voie d'abord E antérosupérieure

Elles sont utilisées aussi bien comme voies instrumentales que pour la visualisation dans les ruptures de types III, IV et V.

Voie d'abord F antéro-inférieure

Plus basse, elle est utilisée pour l'instrumentation dans les ruptures de types III et IV où tout le subscapulaire est rétracté à l'aplomb de la glène.

Toutes ces voies d'abord étant en dehors de la coracoïde et du tendon conjoint, elles ne présentent aucun risque de lésion neurologique.

Déroulement opératoire

La première étape est le bilan rigoureux anatomique et lésionnel en étant systématique : évaluation de toute la surface du cartilage glénoïdien et huméral, en s'aidant éventuellement d'une translation antérieure de la tête pour exposer sa face postérieure, de l'état capsulaire (inflammation, dystrophie). On pratique ensuite une évaluation depuis le pied du biceps selon un petit cercle explorant pas à pas le bourrelet antérieur, inférieur et postérieur, jusqu'à l'insertion postérieure du biceps que l'on suit jusqu'à sa poulie. On étudie son état, sa stabilité postérieure et antérieure lors des mouvements de rotation internes et externes. On apprécie l'état des berges de l'intervalle des rotateurs comprenant le LGHS et le ligament coraco-huméral.

Il est très important de bien évaluer le biceps, une érosion de son bord antérieur étant souvent le reflet d'une désinsertion de la partie profonde du subscapulaire, surtout si le bord supérieur du subscapulaire, le LGHS et le LCH apparaissent continus. Nous avons dénommé cet aspect de lésion isolée du biceps combinée à une désinsertion masquée du feuillet profond du subscapulaire le « signe sentinelle » où seule l'érosion du bord antérieur du biceps est visible sur la vue intra-articulaire (figures 12, 13, 14). La lésion est en dehors du LGHS et il est possible de passer un crochet palpeur qui pénètre dans la gouttière du biceps et qui ressort dans un espace entre la face superficielle et profonde du subscapulaire masqué par le LGHS. Il est essentiel de désinsérer la partie haute intra-articulaire du

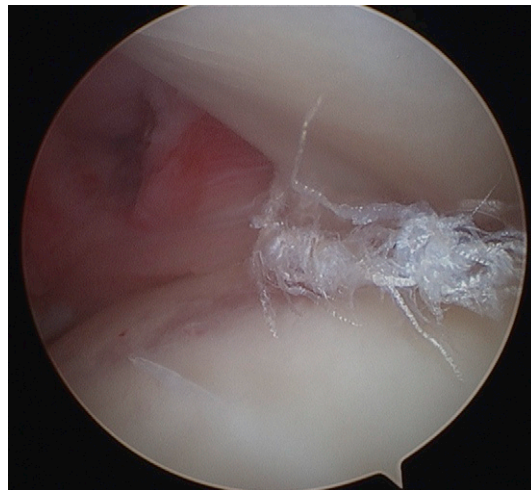


Figure 12. « Signe sentinelle » (scope par voie A).

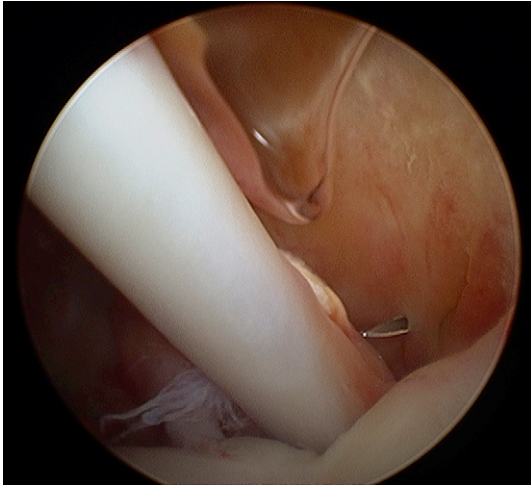


Figure 13. Aiguille à l'angle antérosupérieur (scope par voie A).

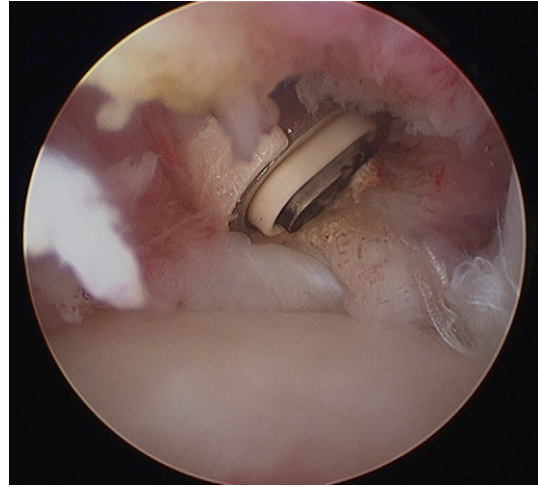


Figure 15. Désinsertion LGHS et bilan de rupture subscapulaire (scope par voie A).

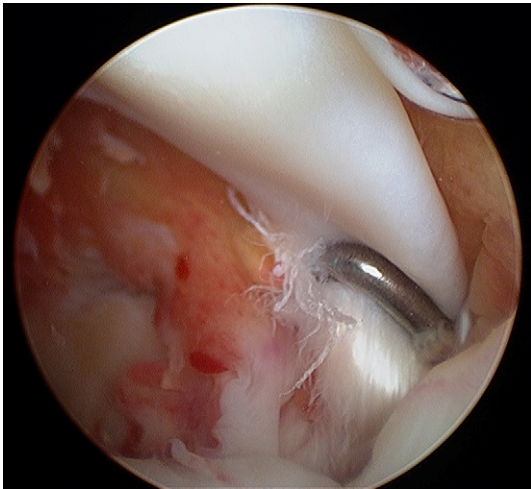


Figure 14. Mobilisation biceps par palpeur (scope par voie A).

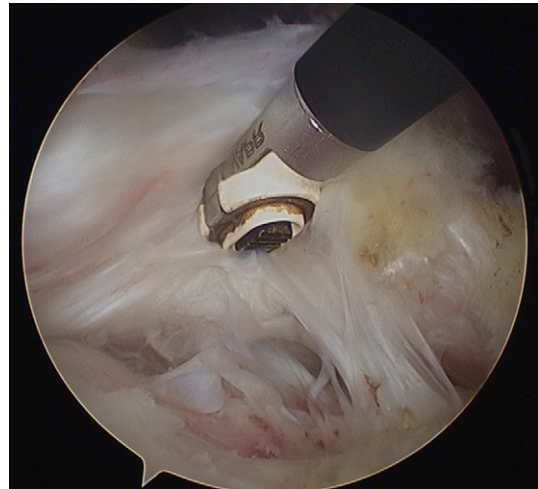


Figure 16. Désinsertion LGHS et bilan de rupture subscapulaire (scope par voie A).

LGHS au bord antérieur de la coulisse du biceps afin de découvrir la lésion du subscapulaire et de visualiser le conflit entre le TBI et le bord osseux déshabité du bord antérieur de sa gouttière. On est parfois surpris de constater l'étendue vers le bas des lésions de désinsertion de la face profonde du tendon du subscapulaire et de la coulisse antérieure du biceps (figures 15, 16).

Puis l'évaluation est faite selon un plus grand cercle du LGHM, du tendon du subscapulaire, qui doit être réalisée de manière dynamique en rotation interne, du LGHI, de la poche axillaire, des tendons du petit rond, de l'infra- puis du supra-épineux jusqu'à terminer par la gouttière du biceps.

Les voies d'abord complémentaires instrumentales et de visualisation dépendent du type de lésion du subscapulaire et de ses associations lésionnelles.

En cas de lésion limitée au tiers supérieur des types I, II et à la face profonde de type III

En cas de lésion isolée du subscapulaire sans atteinte du biceps, seule sa réparation est effectuée à condition de ne pas mettre en jeu la stabilité ni la liberté du biceps. Au moindre doute, la ténodèse du biceps est effectuée, même si son tendon est en bon état. L'intervalle des rotateurs est ouvert au-dessus du tendon du subscapulaire.

pulaire par la voie antérieure E; puis la voie antéro-latérale D est précisément repérée par une aiguille introduite à l'angle antéro-supérieur de l'acromion, arrivant à la jonction de la poulie médiale du biceps et de la partie supérieure de la zone d'insertion du subscapulaire (figure 13). Un crochet palpeur est introduit par cette voie D pour mobiliser le biceps, évaluer l'intégrité de la poulie ainsi que pour décoller le subscapulaire de sa zone d'insertion afin de contrôler l'étendue inférieure de la rupture de sa face profonde et de déterminer le type de rupture. La réductibilité de la lésion est ensuite appréciée par une traction latérale grâce à une pince préhensive douce introduite en D afin de déterminer si une libération tendineuse est nécessaire. Les adhérences éventuelles sont libérées en intra-articulaire, entre subscapulaire et LGHI (figure 17), puis au bord supérieur du tendon du subscapulaire et enfin en avant du subscapulaire dans l'espace sous-coracoïdien sans dépasser en dedans l'aponévrose médiale sous-coracoïdienne qui limite en dehors les structures vasculo-nerveuses (figures 18, 19, 20).

L'abrasion de la zone d'insertion du subscapulaire est pratiquée sans décortiquer le trochin afin de préserver la solidité des futurs ancrages.

L'ancre, équipée de deux fils doublement montés, est introduite par la voie d'abord E et placée dans le trochin à la partie la plus basse de la rupture (figure 21). Une à deux ancres sont nécessaires en fonction de l'étendue inférieure de la rupture. Les fils sont récupérés dans la voie D puis passés successivement de bas en haut à travers le tendon par un « clever hook » introduit par la voie E afin de permettre la réparation du subscapulaire effectuée par des points de Matress pour les fils inférieurs et par la technique du « lasso-loop » décrite en 2006 [7] pour le dernier fil supérieur (figures 22 à 26).



Figure 17. Libération des adhérences intra-articulaires (entre subscapulaire et LGHI) (scope par voie D).

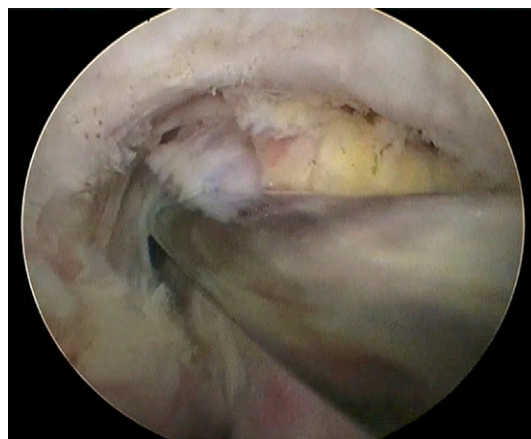


Figure 18. Libération supérieure du subscapulaire (scope par voie D).



Figure 19. Libération antérosupérieure du subscapulaire (scope par voie D).

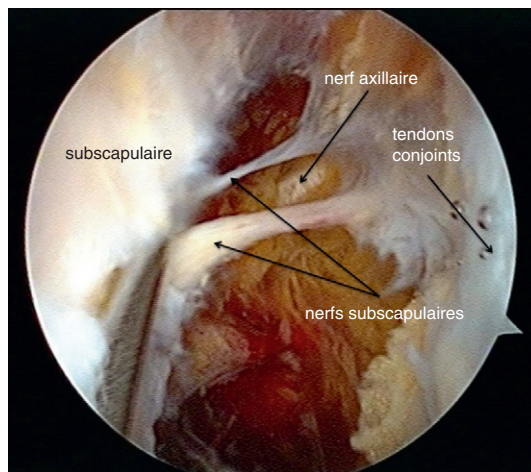


Figure 20. Nerfs subscapulaires et nerf axillaire (scope par voie D).

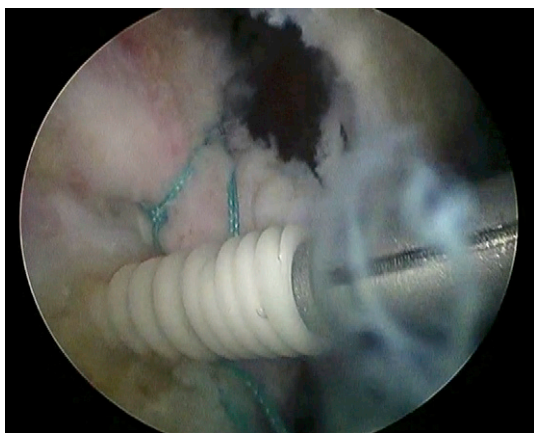


Figure 21. Ancre par voie d'abord E (scope par voie D).

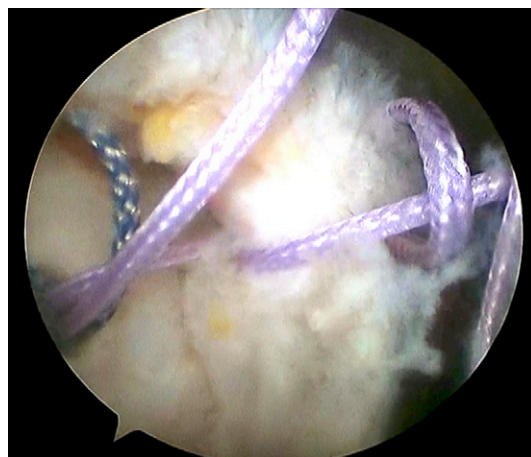


Figure 24. « Lasso-loop », fils supérieurs (scope par voie D).

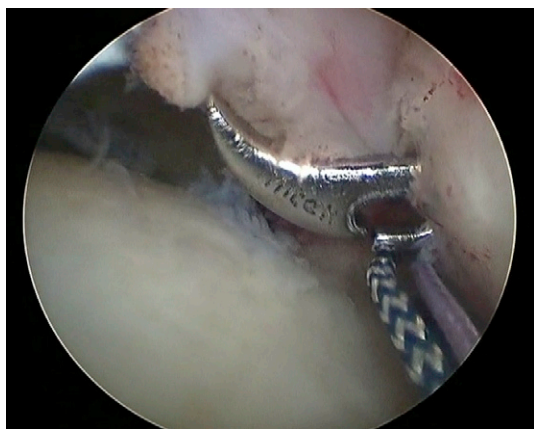


Figure 22. Fils et scope en voie D, « Clever Hook » par voie E.

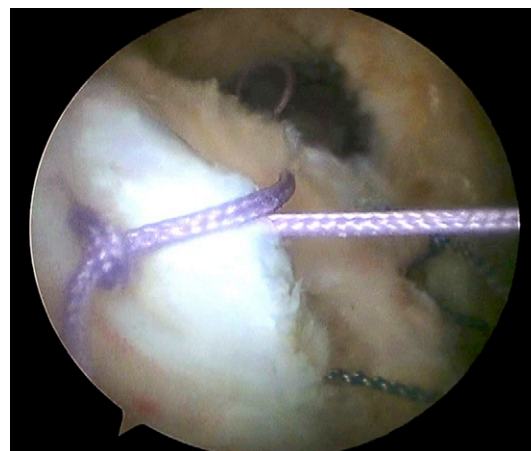


Figure 25. « Lasso-loop », fils supérieurs (scope par voie D).

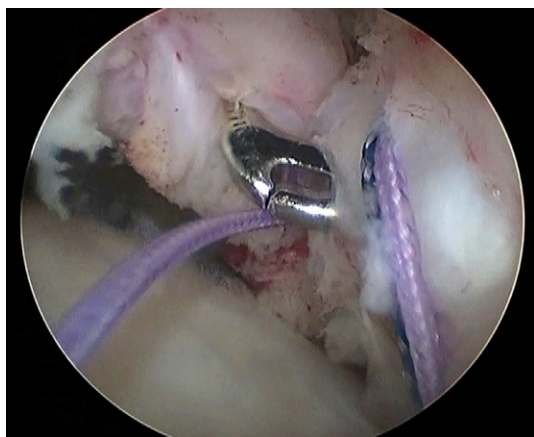


Figure 23. Fils et scope en voie D, « Clever Hook » par voie E.

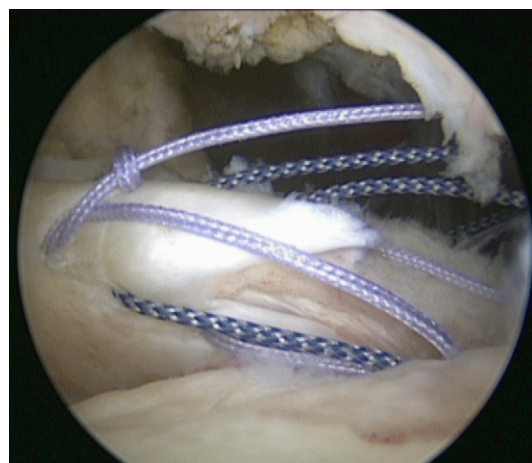


Figure 26. « Lasso-loop » (scope par voie A).

Les nœuds sont alors réalisés l'un après l'autre de bas en haut par la voie D.

En cas de lésion associée ou d'instabilité du biceps sans lésion du sus-épineux, celui-ci est ténodésé grâce à un des fils de l'ancre la plus haute servant à la réinsertion du sus-épineux selon la technique du « lasso loop » (figures 27 à 31).

En cas de lésion associée du sus-épineux, la réparation de lésion du subscapulaire et la ténodèse du biceps, qui est systématique dans ce cas, sont effectuées avant celle du sus-épineux.

En cas de lésion de type III correspondant à une désinsertion complète des deux tiers supérieurs

La libération de la rétraction tendineuse et le contrôle de la réduction sont au mieux faits depuis un positionnement de l'arthroscope par une voie latérale en C. Elle est pratiquée soit secondairement après visualisation en A et ouverture de l'intervalle des rotateurs en cas de lésion isolée du subscapulaire, soit d'emblé en cas de lésion étendue du sus-épineux. Cette voie d'abord

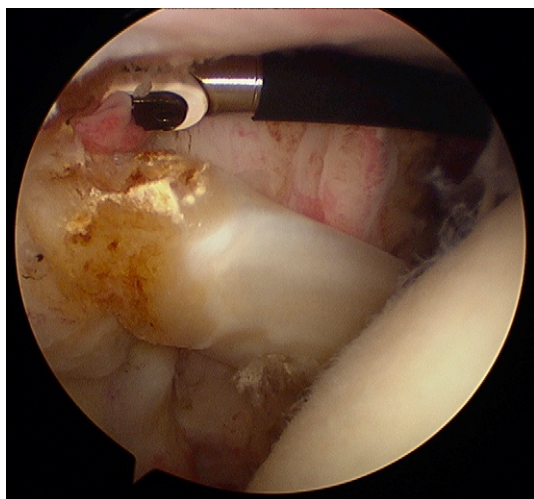


Figure 27. Ténodèse du biceps (technique « Lasso loop ») (scope par voie A).

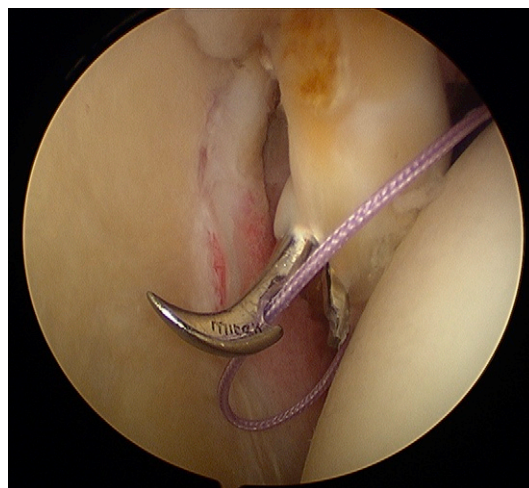


Figure 29. Ténodèse du biceps (technique « Lasso loop ») (scope par voie D).

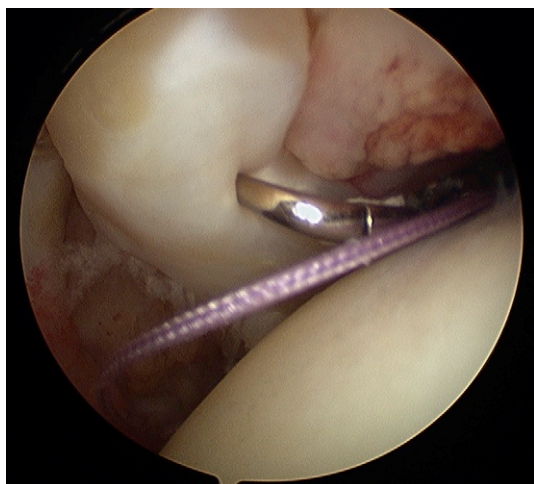


Figure 28. Ténodèse du biceps (technique « Lasso loop ») (scope par voie A).

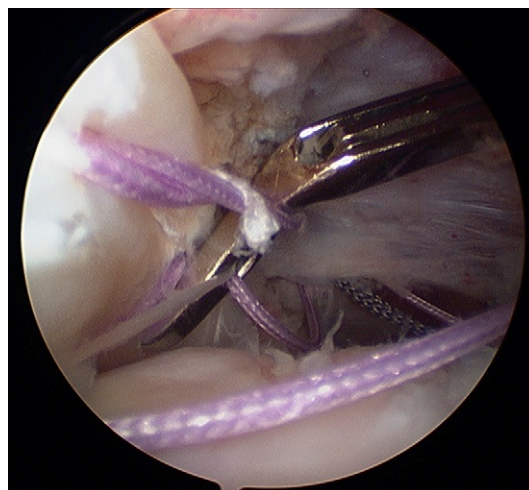


Figure 30. Ténodèse du biceps (technique « Lasso loop ») (scope par voie D).

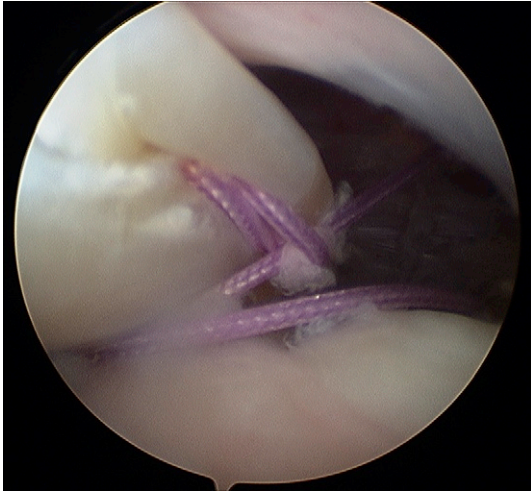


Figure 31. Ténodèse du biceps (technique « Lasso loop ») (scope par voie D).

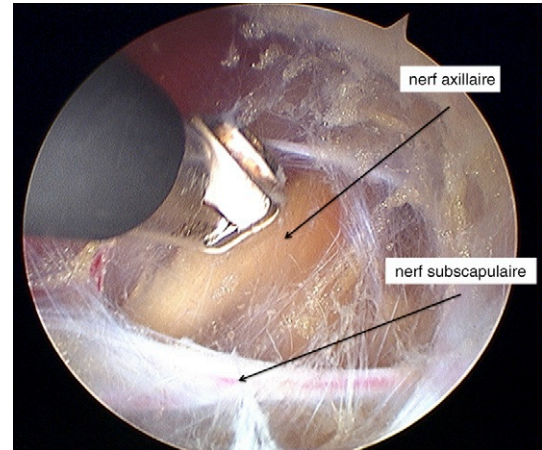


Figure 32. Visualisation du nerf axillaire (scope par voie D).

permet de bien visualiser la libération du subscapulaire réalisée par la voie d'abord D. La libération commence par la face articulaire en avant du LGHM puis au contact de l'omoplate sans aucun risque de lésion nerveuse puisque l'innervation du muscle se fait à sa face antérieure. Le bord supérieur est ensuite libéré dans l'intervalle de glissement entre le subscapulaire et la coracoïde en restant en dehors du bord interne de l'insertion de la coracoïde correspondant à l'échancrure du nerf suprascapulaire. La face antérieure du muscle est ensuite au mieux exposée par libération entre tendon conjoint et grand pectoral par section de l'aponévrose clavi-pectoro-axillaire au bord latéral du tendon conjoint, jusqu'à exposer la face supérieure de la partie distale de la coracoïde. En arrière du tendon conjoint, la face antérieure du subscapulaire est souvent adhérente sur toute la hauteur de sa rupture au tendon conjoint et doit en être libérée jusqu'à ce qu'apparaisse un voile aponévrotique représentant la limite médiane de la bourse sous-coracoïdienne, rempart pellucide limitant l'enveloppe externe du plexus, de ses branches et des vaisseaux axillaires. La réduction anatomique de la rupture du subscapulaire doit se faire sans aucune traction sur le plexus. Si la réduction ne peut pas être obtenue sans traction sur le plexus, il faut le libérer de sa face antérieure. La bourse sous-coracoïdienne est ouverte délicatement à l'aide d'un instrument mousse jusqu'à apercevoir les branches supérieures et inférieures du nerf subscapulaire (figure 20). En continuant la dissection plus en bas et en dedans, on visualise le

nerf axillaire (figure 32). Dès lors que les nerfs sont repérés, la bourse sous-coracoïdienne peut être réséquée sans risque d'atteinte neurologique. Ce temps est souvent hémorragique et nécessite l'emploi en alternance du shaver et d'un appareil de coagulation. Une fois la déductibilité complète obtenue, la fixation tendineuse est effectuée selon les mêmes principes précédemment évoqués avec au minimum deux ancrs pour le subscapulaire.

Dans les lésions associées du sus-épineux réalisant une rupture antéro-supérieure, le sus-épineux peut présenter une déchirure longitudinale et reste solidaire du subscapulaire par les connections inter-tendineuses. Lorsque le subscapulaire se rétracte, le sus-épineux s'enroule autour de la coracoïde et se subluxé en avant. Pour mettre en évidence cette particularité, on ouvre tout d'abord l'intervalle des rotateurs en prenant garde de ne pas sectionner le tendon du supra-épineux (figures 33, 34). Plutôt que de les séparer, leur insertion commune est préservée pour favoriser la solidité de la réinsertion tendineuse. Le ligament coraco-huméral est désinséré de sa rétraction autour de la coracoïde pour permettre la réduction des tendons. On réalise ensuite une libération du subscapulaire comme décrit précédemment en poursuivant la libération intra-articulaire vers la base de la coracoïde et le supra-épineux. On termine par la libération extra-articulaire du supra-épineux en laissant l'intervalle des rotateurs largement ouvert après réparation tendineuse.

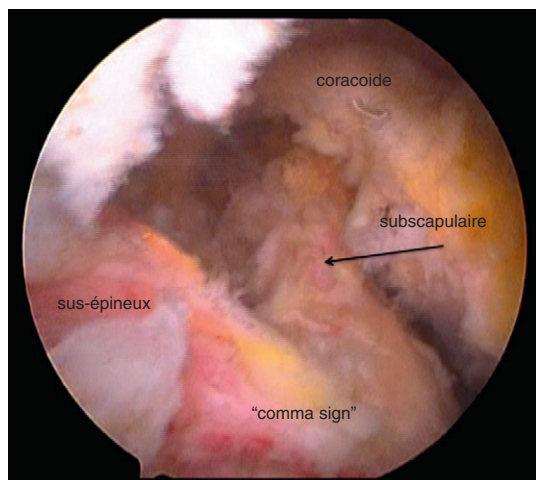


Figure 33. « Comma sign » (scope par voie D).

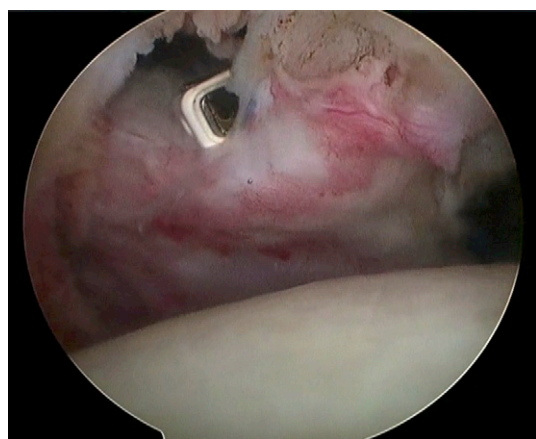


Figure 34. Connection subscapulaire/bord antérieur sus-épineux « Comma sign » (scope par voie A).

En cas de lésion de type IV avec rétraction complète à l'aplomb de la glène

Le principe reste identique mais la réduction nécessite la mise en place d'une traction par des fils à la partie supérieure et inférieure du tendon rompu. Les fils sont récupérés par une voie à la demande dans l'axe de la réduction et fixés sous tension avec une pince type Kocher appuyée sur la peau. Cette traction permet de réaliser la libération du tendon déjà décrite pour le type III mais avec une extension inférieure plus importante et des adhérences souvent plus difficiles à disséquer. L'arthroscope est souvent placé en D pour avoir un meilleur contrôle de la libération tendino-musculaire, une voie d'abord F plus inférieure permettant d'accéder à la partie inférieure du subscapulaire

et d'introduire une ancre à la partie toute inférieure du trochin. La fixation se fait par trois ancrs en quinconce afin d'assurer une large surface d'application tendineuse. La libération des structures nerveuses du plexus est capitale pour obtenir une bonne mobilité indolore en rotation externe.

En cas de lésion de type V

L'excentration antéro-supérieure de la tête humérale qui vient au contact de la coracoïde est souvent associée à une infiltration graisseuse et à une fragilité tendineuse telles que la réparation complète du subscapulaire n'est pas possible. On réalise une réparation partielle de la partie inférieure puis on réalise un transfert du tendon du petit pectoral passé sous la coracoïde.

Soins postopératoires

Ils sont identiques à celles de la chirurgie par voie ouverte, à l'exception du Redon.

Matériel et méthode

Une première étude de 17 cas de réparation arthroscopique des lésions isolées opérées entre 2000 et 2002 a montré d'excellents résultats cliniques avec 15 cas sur 17 de cicatrisation tendineuse complète à l'arthroscanner de contrôle avec 2 ans de recul [1]. Il s'agissait de 7 rupture de stades I et II, 6 de stade III et seulement 4 de stade IV, aucun stade V. À la lumière de ces premiers résultats, il nous a semblé nécessaire de pousser l'évaluation des résultats de la technique arthroscopique dans les formes étendues, les formes de petite rupture ayant manifestement une accessibilité plus simple et directe du traitement arthroscopique que pour la chirurgie ouverte.

Entre janvier 2006 et décembre 2008, 74 patients ont présenté une rupture étendue du subscapulaire de types III à V et bénéficié d'une réparation arthroscopique selon la technique chirurgicale décrite.

Tous ces patients ont été opérés par le même chirurgien (l'auteur); 23 patients ont été revus cliniquement et avec un bilan radiologique complet comprenant un arthroscanner (31 %), 18 hommes et 5 femmes, avec une moyenne d'âge de 63 ans (46–78). Tous les patients sont droitiers et 78 % ont été opérés du côté dominant. L'origine des lésions était aiguë (moins de 3 mois) pour 39 % des patients, subaiguë (entre 3 et 6 mois) pour 57 % des patients et chronique (au-delà de 6 mois) pour 4 % des patients. La survenue des lésions était spontanée dans 35 % des cas, accidentelle

pour les autres dont 39 % d'accidents privés et 26 % d'accidents de travail.

Les analyses cliniques préopératoires sont le score de Constant, le score UCLA, le score ASES et la fonction subjective de l'épaule en pourcentage. Les mêmes analyses cliniques ont été utilisées en postopératoire ainsi que la force du subscapulaire lors du « Bear-Hug test » comparatif avec le dynamomètre, l'échelle visuelle de la douleur et la satisfaction sur une échelle de 10 points.

Tous les patients ont eu une analyse radiologique préopératoire par arthroscanner.

Les analyses statistiques ont été réalisées par une statisticienne indépendante avec le t-test (SPSS 8.0 pour Windows). Le résultat est jugé significatif lorsque la valeur « p » est inférieure ou égale à 0,05.

Résultats

La durée moyenne du suivi est de 32 mois (18–52).

Les lésions isolées du subscapulaire représentent 26 % (6 patients), les lésions associées à une rupture antéro-supérieure (supra-épineux) représentent 35 % (8 patients) et les lésions associées à une rupture massive (supra- et infra-épineux) représentent 39 % (9 patients).

Les lésions de type III du subscapulaire représentent 65 % (15 patients), les types IV représentent 22 % (5 patients) et les types V représentent 13 % (3 patients).

Résultats cliniques

Les résultats cliniques des patients montrent une amélioration postopératoire significative du score UCLA et du score de Constant ainsi que de la fonction et de la mobilité de l'épaule (tableau 2).

Les résultats postopératoires du score UCLA sont bons et très bons dans 85 % des cas, faibles dans 9 % des cas et mauvais dans 4 % des cas.

Le score ASES nous a permis de mettre en évidence l'absence d'instabilité postopératoire.

Le score de Constant moyen pondéré est de 59 % (18–96) en préopératoire et de 95 % (44–121) en postopératoire.

L'analyse des mobilités moyennes permet de montrer que les patients gagnent en postopératoire 9 points sur 40 points (mobilité du score de Constant).

L'échelle visuelle de la douleur passe de 6 points en préopératoire à 2 points en postopératoire, où 10 points correspondent à la douleur maximale.

La fonction moyenne subjective de l'épaule (auto-évaluation par le patient) passe de 58 % (20–80) en préopératoire à 86 % (40–100) en postopératoire.

Ténodèse du biceps

Soixante et un pour cent des patients (14 patients) ont bénéficié d'une ténodèse du biceps. Il n'y a pas de différence significative postopératoire entre les patients qui ont bénéficié d'une ténodèse et ceux dont le biceps a été laissé en place concernant la douleur postopératoire ($p = 0,874$) et l'amplitude articulaire ($p = 0,869$).

Analyse de la force du subscapulaire par le « Bear-Hug test » avec le dynamomètre

La force de résistance moyenne postopératoire au « Bear-Hug test » était de 7 kg ($3 \geq 12$) du côté opéré et de 8 kg ($2 \geq 12$) du côté non opéré. Le côté opéré reste significativement plus faible que le côté non opéré ($p = 0,031$).

Satisfaction

La satisfaction moyenne postopératoire sur une échelle visuelle de 0 à 10 est de 9 (3–10).

Tableau 2
Résultats cliniques

	Préopératoire	Postopératoire	Valeur p
Fonction en %	58 [Dév. st. 50,6–65,4]	86 [Dév. st. 77,3–94,8]	<0,001
Score UCLA	16.4 [Dév. st. 14,4–18,5]	30.9 [Dév. st. 28,5–33,2]	<0,001
Score de Constant	48.6 [Dév. st. 41,4–55,7]	75.2 [Dév. st. 68,3–82,1]	<0,001
Mobilité de l'épaule (amplitude articulaire du score de Constant)	25.5 [Dév. st. 21,1–29,8]	34.3 [Dév. st. 31,2–37,3]	<0,001

Mauvais résultats

Trois patients (13 %) présentent des résultats non satisfaisants : un patient a présenté une rupture secondaire du subscapulaire, un deuxième patient a présenté une rupture postopératoire du supra-épineux et un troisième patient a présenté une rupture secondaire du subscapulaire associée à une rupture du supra- et infra-épineux.

Complications

Aucune complication n'a été mise en évidence.

Discussion

Les lésions du subscapulaire sont importantes à traiter car lourdes de conséquences sur la fonction de l'épaule, d'autant plus symptomatiques lorsque s'y associent des lésions du biceps. La symptomatologie est souvent importante initialement, surtout dans les formes étendues mais il faut savoir les diagnostiquer avant que la rétraction ne soit trop importante, les adhérences trop fixées et l'infiltration graisseuse trop avancée.

Difficiles d'accès, les lésions du subscapulaire nécessitent une technique de réparation chirurgicale parfaite. Si les lésions limitées au tiers supérieur sont relativement simples à traiter, à ciel ouvert comme sous arthroscopie, les lésions étendues posent le problème essentiel de leur libération avant réinsertion et la proximité du plexus ainsi que la complexité de l'innervation du subscapulaire complique beaucoup la chirurgie de cette région de l'épaule. La présence de la coracoïde et du tendon conjoint en avant du muscle subscapulaire rend encore plus difficile la dissection. La chirurgie arthroscopique permet à notre sens un accès plus efficace, plus précis et plus complet, que la chirurgie à ciel ouvert de cette région difficile d'accès. Si la technique arthroscopique n'est pas assez maîtrisée, il vaut mieux effectuer une bonne libération et réparation à ciel ouvert qu'une mauvaise réinsertion arthroscopique sous tension. Les principales clefs techniques de l'arthroscopie sont, tout d'abord, la bonne visualisation du tendon par la voie d'entrée D permettant de voir le tendon dans son axe sur toute sa

longueur ainsi que ses faces postérieure, supérieure et antérieure. Ensuite, l'installation d'un fil tracteur placé dans l'axe du tendon permet d'apprécier sa réduction et de le maintenir appliqué sous tension lors de la suture et du nouage des fils.

La libération étendue du tendon nécessaire pour une bonne réduction met en évidence les nerfs du subscapulaire et le nerf axillaire qui sont dès lors préservés.

Parmi les tests utilisés en postopératoire, le « Bear-Hug test » comparatif avec le dynamomètre, associé aux autres tests (« Belly-press test », « lift off »), optimise la détection de rupture secondaire dans ses formes les plus hautes comme décrites par Barth et al. [9].

Notre étude montre de bons résultats postopératoires pour les 23 patients revus, avec une amélioration significative des scores UCLA montrant 85 % de bons et très bons résultats (moyenne de 31 points) et de Constant (moyenne pondérée de 95 %), de la mobilité et de la fonction.

Une revue de la littérature ne nous a pas permis de trouver des études comparables traitant exclusivement des ruptures importantes de types III à V.

Cependant, des études reprenant tous les types de lésions du subscapulaire ont montré de bons et très bons résultats dans 80 % pour Adams et al. [10] (avec un score UCLA moyen de 31,6 points), dans 92 % pour Burkhart et al. [11] (avec un score UCLA moyen de 30,5 points et un suivi moyen de 10,7 mois) et dans 42 % pour Warner et al. [12] par une technique à ciel ouvert (avec un score UCLA moyen de 30,5 points).

Parmi les mauvais résultats, le deuxième patient qui a présenté une rupture postopératoire du supra-épineux n'est pas considéré comme un échec de la technique chirurgicale, alors que les deux autres patients sont considérés comme tels. Les échecs représentent donc 9 % (2 patients).

Ces bons résultats devront être comparés à d'autres études prenant en compte les lésions massives du subscapulaire de type III à V.

Conflit d'intérêt

L'auteur n'a pas de conflit d'intérêts en lien avec le présent article à déclarer.

RÉFÉRENCES

- [1] Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobezie R. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 1184–93.
- [2] Edwards TB, Walch G, Sirveaux F, Molé D, Nové-Josserand L, Boulahia A, et al. Repair of tears of the subscapularis : surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(Suppl. 1) : 1–10.
- [3] Bennett WF. Subscapularis, medial, and lateral head coracohumeral ligament insertion anatomy : arthroscopic appearance and incidence of “hidden” rotator interval lesions. *Arthroscopy* 2001; 17 : 173–80.
- [4] Arai R, Sugaya H, Mochizuki T, Nimura A, Moriishi J, Akita K. Subscapularis tendon tear : an anatomic and clinical investigation. *Arthroscopy* 2008; 24 : 997–1004.
- [5] Bennett WF. Arthroscopic repair of isolated subscapularis tears : a prospective cohort with 2- to 4-year follow-up. *Arthroscopy* 2003; 19 : 131–43.
- [6] D’Addesi LL, Anbari A, Reish MW, Brahmabhatt S, Kelly JD. The subscapularis footprint : an anatomic study of the subscapularis tendon insertion. *Arthroscopy* 2006; 22 : 937–40.
- [7] Lafosse L, Van Raebroeckx A, Brzoska R. A new technique to improve tissue grip : “the lasso-loop stitch”. *Arthroscopy* 2006; 22 : 1246.e1 – 3.
- [8] Nove-Josserand L, Levigne C, Noël E, Walch G. Isolated lesions of the subscapularis muscle : a propos of 21 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1994; 80 : 595–601.
- [9] Barth JRH, Burkhart SS, De Beer JF. The bear-hug test : a new and sensitive test for diagnosing a subscapularis tear. *Arthroscopy* 2006; 22 : 1076–84.
- [10] Adams CR, Schoolfield JD, Burkhart SS. The results of arthroscopic subscapularis tendon repairs. *Arthroscopy* 2008; 24 : 1381–9.
- [11] Burkhart SS, Tehrany AM. Arthroscopic subscapularis tendon repair : technique and preliminary results. *Arthroscopy* 2002; 18 : 454–63.
- [12] Warner JJ, Higgins L, Parsons IM, Dowdy P. Diagnosis and treatment of anterosuperior rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10 : 37–46.
- [13] Gerber C, Hersche O, Farron A. Isolated rupture of the subscapularis tendon. Results of operative repair. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78 : 1015–23.
- [14] Gerber C, Krushell RJ. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73 : 389–94.
- [15] Gerber C, Maquieira G, Espinosa N. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 113–20.
- [16] Lafosse L, Van Raebroeckx A, Brzoska R. A new technique to improve tissue grip : “The Lasso-Loop Stitch”. *Arthroscopy* 2006; 22 : 1246.e1–3.
- [17] Walch G, Nové-Josserand L, Boileau P, Levigne C. Subluxations and dislocations of the tendon of the long head of the biceps. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7 : 100–8.
- [18] Scheibel M, Nikulka C, Dick A, Schroeder RJ, Popp AG, Haas NP. Structural integrity and clinical function of the subscapularis musculotendinous unit after arthroscopic and open shoulder stabilization. *Am J Sports Med* 2007; 35 : 1153–61.
- [19] Di Giacomo G, Pouliart N, Costantini A, De Vita A. Chapitre 4 : Glenohumeral Capsule, 4.2.6 Rotator Cuff Interval, Atlas of Functional Shoulder Anatomy. Springer; 2008.

Physiopathologie et pathologie du long biceps

N. BONNEVIALLE¹, J.C. BALESTRO², G. WALCH³, P. BOILEAU²

RÉSUMÉ

La théorie de l'évolution de l'homme permet d'expliquer la position du long biceps (LB) dans une gouttière osseuse tortueuse et excentrée. Cette situation anatomique le rend sujet à une instabilité médiale spontanée, subissant alors, par nature, de fortes contraintes non physiologiques. Son rôle d'abaisseur et de stabilisateur de la tête humérale semble très modéré et la principale action du biceps se situe au coude et à l'avant-bras. En revanche, sa participation aux syndromes douloureux chroniques de l'épaule est désormais clairement établie. En cas de lésions transfixiantes de la coiffe des rotateurs, le LB n'est que rarement sain, tant sur le plan mécanique (instabilité médiale, latérale, biceps en « sablier ») qu'histologique. La conservation de sa portion intra-articulaire est donc largement remise en cause dans ce cadre nosologique : la ténodèse est une intervention à visée antalgique. La ténodèse est une alternative à la ténotomie, diminuant le risque de perte de force en flexion et supination, de crampes musculaires et de signe inesthétique de Popeye. Lorsque les lésions de la coiffe des rotateurs sont inaccessibles à la réparation, la ténotomie/ténodèse du LB est à proposer à visée antalgique et palliative. Enfin, les atteintes de l'insertion proximale du LB (SLAP lésions) ont été longtemps réparées, avec des résultats aléatoires. La ténodèse mérite là encore d'être discutée.

Mots-clés : – Biceps. — SLAP. — Rupture de coiffe.

ABSTRACT – LONG HEAD OF THE BICEPS: PHYSIOPATHOLOGY AND PATHOLOGY

The theory of human being evolution explains why the long head of the biceps (LB) slides in such a tortuous and eccentric bone groove. This anatomical position makes the tendon highly vulnerable, with a permanent tendency to medially subluxate, sustaining major non physiological load. Its role in glenohumeral stability and humeral head depression seems to be moderate and the main function of the LB is located at the elbow level. However, it is clearly enrolled in chronic painful syndrome of the shoulder. When rotator cuff tendinopathy is diagnosed, the LB is never normal, regarding mechanical point of view (medial instability, lateral instability and hourglass biceps) and histological point of view. That's why keeping the LB alive in this case is matter for debate : tenotomy is an alternative treatment of tenodesis, but expose to decrease of flexion and supination strength, belly muscle cramps and Popeye sign. When rotator cuff tear can't be repair, tenotomy/tenodesis is proposed for palliative and analgesic treatment. Finally, proximal lesions of the biceps (SLAP lesions) have been over-repaired for a long time, with unpredictable results. Tenodesis has to be discussed in this situation as well.

Keywords: Biceps. — SLAP. — Rotator cuff tear.

Introduction

La pathologie du long biceps (LB) est connue depuis plus de trois siècles, mais sa prise en charge thérapeutique est encore un sujet de controverses. Il est probable que la méconnaissance de son anatomie, de sa phy-

siopathologie en particulier intra-articulaire et de sa fonction soit à l'origine de ces incertitudes.

En 1972, Charles S. Neer proposa une nouvelle approche de la douleur de l'épaule en considérant le conflit subacromial et les ruptures de la coiffe des rotateurs comme étiologies principales des symptômes [30].

¹Service d'orthopédie-traumatologie, CHU de Toulouse-Purpan, place Baylac, 31059 Toulouse, France.

²Service de chirurgie orthopédique et traumatologie du sport, CHU de Nice-Hopital de l'Archet, 151, route de Saint-Antoine-de-Ginestière, 06200 Nice, France.

³Hôpital privé Jean-Mermoz, 85, avenue Jean-Mermoz, 69008 Lyon, France.

Attribuant au LB un rôle d'abaisseur de la tête humérale, Neer recommanda sa conservation « à tout prix ». Ainsi, alors que dans les années 1950–60 la pathologie du LB était parfaitement connue comme étant une cause possible de douleurs de l'épaule et que la ténomie et la ténodèse de la LPB étaient des interventions courantes [18], ces interventions ont été « mises sur la touche » dans les années 1980–90. Ce n'est qu'en 1989 que Gilles Walch, en se basant sur l'effet antalgique et salvateur de la rupture spontanée du LB observé chez les patients présentant une rupture non réparable de la coiffe des rotateurs, proposa de réaliser la ténomie arthroscopique du LB et en rapporta les bons résultats à court et à long terme [38–40]. Ainsi, il a fallu attendre l'influence des travaux français pour remettre en cause le dogme soutenu par Neer, reconsidérant par là même le rôle du LB au niveau de l'épaule tant sur le plan biomécanique que sur la genèse de la symptomatologie douloureuse [5, 6, 38–40].

Le rôle du tendon du LB dans la physiologie de l'épaule et dans la pathogénie des douleurs de l'épaule reste encore aujourd'hui un sujet de controverse et de confusion. Le LB possède-t-il vraiment un rôle fonctionnel à l'épaule ? Pourquoi est-il sujet à l'inflammation, la délamination, l'hypertrophie, la rupture et à l'instabilité ? Faut-il le conserver dans les réparations de rupture de la coiffe des rotateurs ? Faut-il préférer une ténomie ou une ténodèse ? Faut-il réinsérer les désinsertions proximales du LB (SLAP lésions type 2) ? Il s'agit d'autant de questions auxquelles nous allons tenter de répondre dans cet article.

Contraintes mécaniques de la longue portion du biceps

Le LB est à la fois intra-articulaire (mais extrasynovial) et extra-articulaire engainé dans un manchon synovial. Il s'insère sur le tubercule supraglénodien, prolongeant le labrum supérieur, avant de passer en pont sur la tête humérale et de pénétrer au niveau de la gouttière bicipitale de l'humérus. Le trajet anatomique atypique du LB nous ramène indéniablement à la théorie de l'évolution de l'homme. En effet, le membre supérieur est passé d'un rôle partiellement porteur chez le singe à un rôle préhenseur chez le bipède. La principale fonction de l'épaule est alors d'orienter la main dans l'espace vers le haut et vers l'avant du corps sous contrôle de la vue, permettant entre autre le travail les bras en l'air et la cueillette, nécessaire à la survie des Hominidés.

Les études anthropométriques ont permis de démontrer que le membre antérieur, en passant de porteur à préhenseur, a rendu le LB très vulnérable chez l'homme

[9, 18, 24, 26]. Chez le singe, le thorax est étroit (en forme de carène de bateau), la scapula est située dans un plan sagittal, l'humérus est très rétroversé ($\approx 90^\circ$), tandis que la gouttière bicipitale, elle, est parfaitement axée de l'épaule au coude. Le long biceps présente un trajet direct passant au milieu de la tête humérale, sa stabilisation est essentiellement osseuse, la gouttière bicipitale se situant entre les deux tubérosités dont la taille est pratiquement identique (figure 1). Chez l'homme, le thorax s'est élargi et aplati, s'accompagnant d'une migration médiale de la scapula vers le rachis. Il s'ensuit une « détorsion » humérale (c'est-à-dire une diminution de la rétroversion humérale $\approx 20^\circ$ à 30°), associée à une augmentation de la torsion de la gouttière bicipitale. Le LB ne passe plus au milieu mais à la partie antérieure de la tête humérale et présente alors un trajet en chicane avec tendance permanente à la subluxation médiale. La tubérosité médiale devenue nettement plus petite que la tubérosité latérale, la stabilisation du LB n'est plus seulement osseuse, mais devient aussi ligamentaire et tendineuse [18]. Classiquement, il était admis que la gouttière était fermée en avant par le ligament huméral transverse (de Gordon-Brodie). En fait, une étude histologique récente a montré qu'il ne s'agit pas d'un ligament mais plutôt de fibres du tendon du subscapulaire s'étendant sur la berge latérale de la gouttière. En conséquence, le tendon du long biceps, plaqué contre le mur médial de la gouttière, c'est le trochin, le ligament gléno-huméral supérieur, le ligament coraco-huméral, le tendon du subscapulaire et le tendon du supraspinatus qui participent essentiellement à sa stabilité (figures 2 et 3).

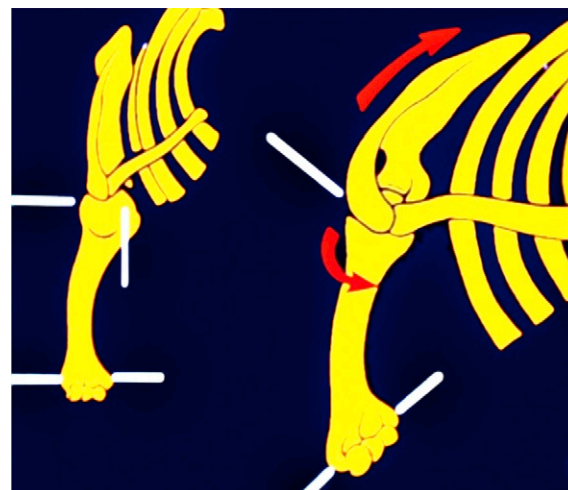


Figure 1. Modification de l'orientation de la gouttière bicipitale par diminution de la rétroversion de la tête humérale alors que la scapula se dorsalise et se positionne dans un plan frontal.

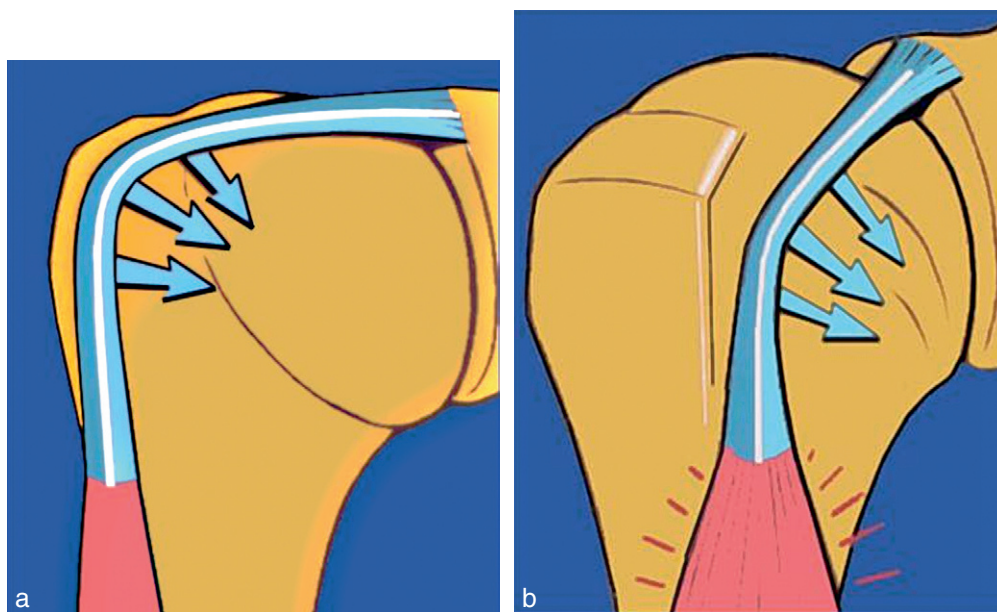


Figure 2. Contraintes permanentes subies par le LB du fait de sa tendance à se médialiser, en rotation externe (a) comme en rotation interne (b).



Figure 3. Poulie de réflexion ligamentaire : les ligaments coracohuméral et glénohuméral supérieur ainsi que le tendon du subscapulaire participent à la stabilisation médiale du LB.

Physiologiquement, le LB glisse sur la tête humérale et dans la gouttière bicipitale lors de l'élévation antérieure du bras et de l'abduction. Lors des mouvements de rotation interne et externe, le LB glisse transversalement sur la tête humérale. Il est donc

soumis à des contraintes mécaniques de frottement intra-articulaire sur la tête humérale lisse et sphérique, et extra-articulaire dans son manchon synovial au contact de la gouttière osseuse [1, 34]. Toute modification de ces surfaces (séquelle de fracture, omarthrose) perturbe le glissement tendineux et peut entraîner des phénomènes inflammatoires, des délaminations ou microruptures.

En plus d'être soumis à des contraintes mécaniques intra-articulaires, le LB est soumis chez l'homme à des contraintes mécaniques extra-articulaires importantes par le biais du conflit subacromial qui est la conséquence de deux phénomènes :

- l'acromion s'étend vers l'avant et recouvre d'avantage la tête humérale chez l'homme comparé au singe ;
- le bras, devenu membre préhenseur, est utilisé en abduction-rotation interne.

Pour des raisons anatomiques, le conflit antéro-supérieur se produit au « carrefour » de l'insertion supraspinatus-intervalle des rotateurs-subscapulaire : un acromion ostéophytique et agressif va donc entraîner des lésions du supraspinatus, du subscapulaire, de l'intervalle des rotateurs... et du LB lui-même. Une lésion de la partie antérieure du supraspinatus va déstabiliser le LB latéralement lors de la rotation interne, tandis qu'une lésion de la partie haute du subscapulaire va déstabiliser le LB médialement lors de la rotation externe. Le long biceps, une fois découvert (par la rupture de la coiffe antéro-supérieure), est lui aussi l'objet direct du conflit acromial : il va alors s'hypertrophier (« long biceps en sablier ») puis dilater l'entrée

de la gouttière bicipitale, cliver le tendon supérieur du subscapulaire et se subluser dans son épaisseur.

En résumé, du fait de sa position anatomique et de sa physiologie particulière [3], le LB subit à la fois des contraintes extra-articulaires (par conflit acromial) et intra-articulaires (par glissement du tendon sur la tête humérale et dans la gouttière au cours des mouvements d'élévation et de rotation du bras). Les ligaments gléno-huméral supérieur et coraco-huméral ainsi que les tendons supraspinatus et subscapulaire sont des éléments essentiels de la constitution de la poulie de réflexion du LB à l'entrée de la gouttière : leur lésion peut créer un tableau d'instabilité tendineuse. Une lésion du supraspinatus déstabilise le LB latéralement qui va alors subir des contraintes de frottement sur le trochiter lors de la RI (rendant douloureux et difficile le passage de la main dans le dos). De même, une lésion du subscapulaire déstabilise le LB médialement : le tendon va alors « faire fil à couper le beurre » dans le tendon du subscapulaire lors de la RE (rendant douloureux et difficile la rotation externe). En cas de rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs, le LB va être découvert et devenir directement l'objet d'un conflit avec l'acromion. On comprend ainsi l'importance du LB dans la genèse des douleurs de l'épaule, avec ou sans rupture de la coiffe des rotateurs.

Le long biceps est-il utile ou nuisible à l'épaule ?

Le long biceps est-il abaisseur et stabilisateur de la tête humérale ?

Le rôle abaisseur de la tête humérale autrefois attribué au LB est aujourd'hui largement remis en cause [32, 41]. Yamaguchi, Levy, et Gowan ont démontré que, lorsque le coude était bloqué, le biceps n'a aucune activité électrique lors des mouvements de l'épaule et n'est donc pas abaisseur de la tête humérale [17, 25, 43]. Par ailleurs, les études cliniques à long terme sur les conséquences de la ténotomie dans le traitement des ruptures de coiffe ont montré que l'ascension de la tête humérale est lente et limitée [6, 27, 38, 40]. Boileau rapporte une diminution moyenne de 1,1 mm de cette espace à 35 mois de recul, Walch 1,3 mm à 57 mois de recul moyen et le symposium de la SFA 1,8 mm à 78 mois de recul moyen [6, 7, 40]. Quant à Maynou et Klinger, ils ne retrouvent aucune modification radiographique [22, 27].

Le rôle stabilisateur de la tête humérale attribué au LB est, lui aussi, largement remis en cause aujourd'hui. Un intérêt particulier a aussi été porté sur le rôle du LB dans la stabilité de l'articulation gléno-humérale, particulièrement dans le cadre des lésions de son ancre

supérieure (« SLAP lésion ») [20]. Même si l'instabilité antérieure entraîne une suractivité musculaire électromyographique au niveau du LB, ceci ne prouve pas pour autant son rôle de stabilisateur de l'épaule [21].

Aujourd'hui, il est admis que la fonction du LB à l'épaule est réduite : le biceps est faiblement abducteur, participant à 7 % à 10 % de la puissance développée lors de ce mouvement. Cette participation n'est constatée qu'en rotation externe, ce qui n'est pas une position fréquente dans les activités quotidiennes. La fonction première du biceps se situe au niveau du coude et de l'avant-bras où il se comporte comme un fléchisseur du coude et un supinateur de la main.

Le long biceps est-il générateur de douleurs de l'épaule ?

La preuve la plus évidente de la participation majeure du LB à la symptomatologie douloureuse de l'épaule, est l'effet antalgique de la rupture spontanée « salvatrice » décrite il y a quelques décennies dans l'évolution des ruptures massives de la coiffe des rotateurs [6, 27, 38, 40]. La douleur liée au LB est typiquement localisée à la face antérieure de l'épaule, en regard de la gouttière bicipitale. De type mixte, la douleur est présente la nuit et au repos (composante inflammatoire) mais est aussi exacerbée lors des mouvements de rotation de l'épaule (composante mécanique). Elle irradie vers le coude, le long du corps musculaire, parfois jusqu'à atteindre la bord radial de main. Elle peut être plus atypique, située en regard de la face postérieure de la scapula [1]. La palpation de la gouttière bicipitale et du LB est très utile au diagnostic et doit être réalisée bras long du corps, en rotation externe, la main en supination à la recherche d'une douleur provoquée. De nombreux tests de provocation ont été décrits afin d'identifier la pathologie du LB, parmi lesquels le test de Yergason et le Speed test. Cependant, ces tests restent peu spécifiques [28].

La liste des pathologies du LB est longue et explique qu'il soit fréquemment en cause dans les douleurs de l'épaule : ténosynovite, délamination (figure 4), sublaxation, luxation hypertrophie et incarceration dans l'articulation gléno-humérale (LB en « sablier »). Lorsqu'il se subluxe hors de la gouttière en position médiale, le LB aggrave progressivement les lésions de l'insertion proximale du subscapulaire du trochin (figures 5 et 6). Il s'agit ainsi d'une anomalie mécanique à laquelle s'associe typiquement une symptomatologie clinique douloureuse [39]. Dans notre expérience, les sublaxations du LB sont difficilement diagnostiquées sous arthroscopie, et sont au mieux évaluées par une imagerie préopératoire avec injection de produit de contraste (arthro-scanner ou arthro-IRM).

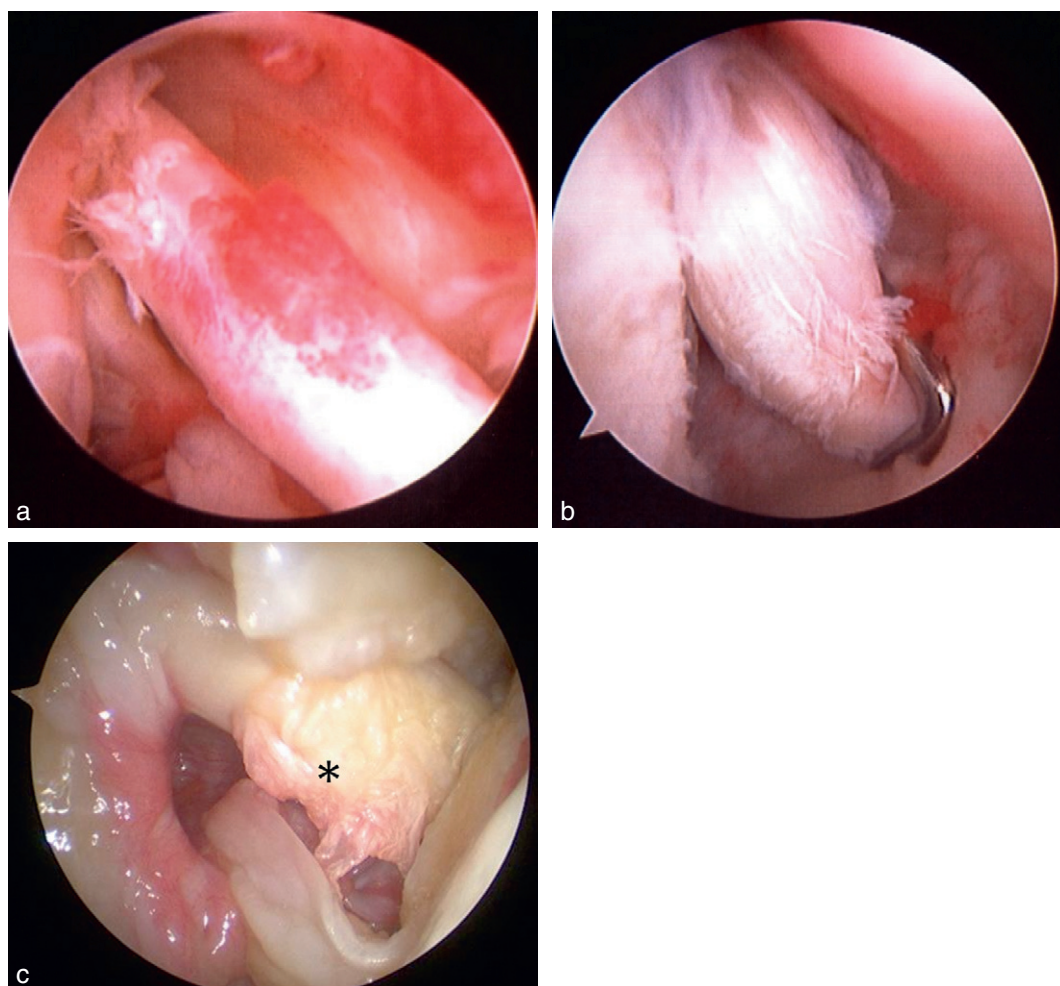


Figure 4. Vue intra-articulaire arthroscopique d'une ténosynovite (a), d'une délamination (b) et d'une subluxation médiale du long biceps (c) ; noter le clivage du tendon sous-capulaire (*).

Faut-il conserver le long biceps lors des réparations de la coiffe des rotateurs ?

Cela revient à poser la question : le long biceps peut-il être sain dans les ruptures de coiffe des rotateurs ? Comme nous l'avons mentionné plus haut, le LB, par sa situation anatomique, est impliqué indirectement dans la pathologie du conflit antéro-externe de Charles Neer [30]. Ce conflit oppose d'un côté l'ensemble d'acromion/ligament acromio-coracoïdien, et de l'autre le « carrefour » tendon sus-épineux, LB et tendon du sous-capulaire. Si les lésions tendineuses du sus-épineux attirent toutes les attentions, il doit en être de même du long biceps situé dans cette même zone critique. Le symposium de la SFA 2006 a confirmé que, dans 80 % des cas, le LB est pathologique dans les ruptures de coiffe réparables [7]. Deux études ont supporté cette

hypothèse : une étude dynamique et une étude histologique. En effet, l'évaluation dynamique arthroscopique de 378 lésions de coiffe a permis d'identifier 30 % de « long biceps en sablier », 25 % d'instabilité médiale et 10 % d'instabilité latérale [7]. Parmi les biceps macroscopiquement normaux lors de l'observation arthroscopique, 17 % présentaient tout de même une anomalie au testing dynamique (subluxation ou incarceration dans l'articulation gléno-humérale). Par ailleurs, dans l'étude histologique, 92 % des tendons étaient pathologiques. Il s'agissait essentiellement de tendinopathie fibrodysplasique dont la présence était dissociée de l'aspect macroscopique peropératoire [7]. Ceci est confirmé par l'étude de Murthi et Neviaser qui retrouvent 89 % de modifications histologiques du long biceps dans les épaules avec ruptures transfixiantes [29].

L'évaluation dynamique du LB est pour nous une étape fondamentale de l'arthroscopie diagnostique

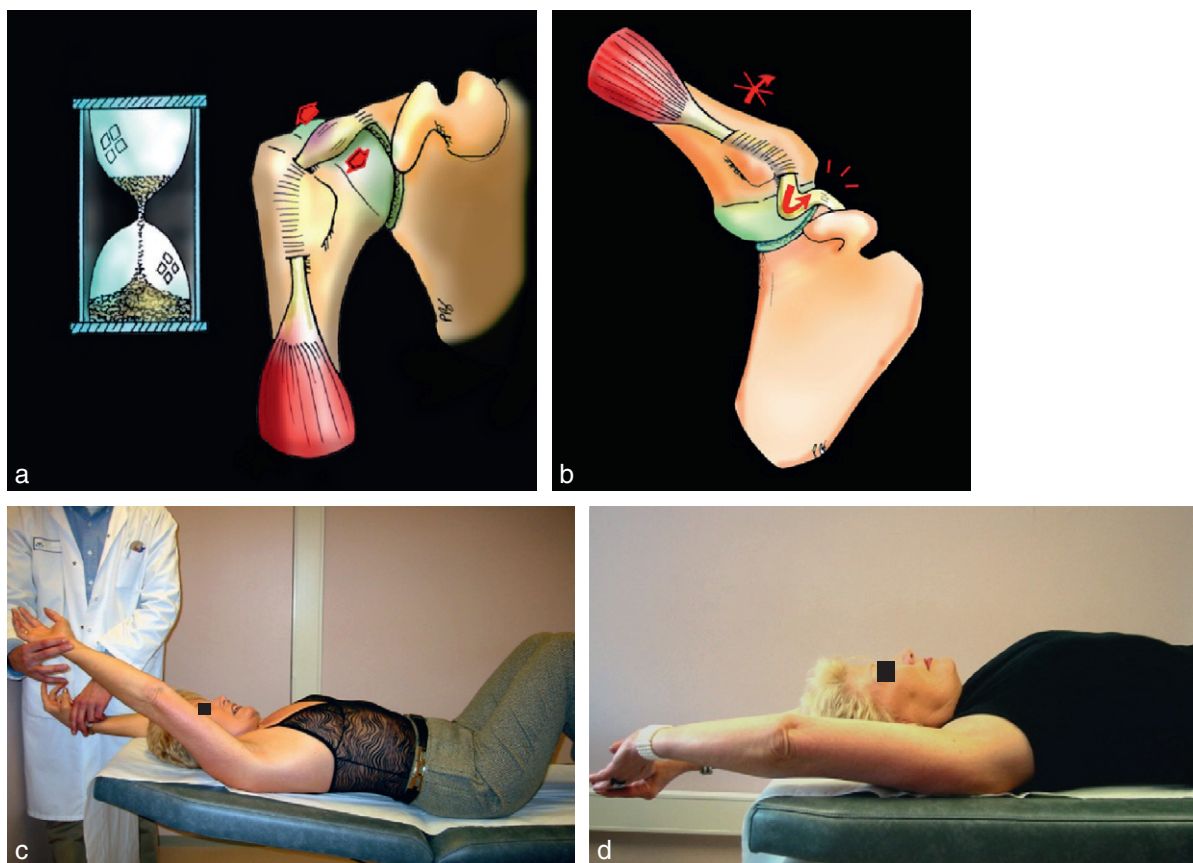


Figure 5. Long biceps « en sablier », hypertrophique dans sa portion intra-articulaire (a), incapable de glisser dans la gouttière bicipitale lors de l'élévation/abduction du bras (b) ; le biceps en sablier responsable d'une limitation douloureuse de l'élévation active et passive de l'épaule (c) ; récupération complète et indolore de l'élévation après résection arthroscopique de la portion intra-articulaire du tendon et ténodèse au niveau de la gouttière.

(figure 7). Le « long biceps en sablier » correspond à une hypertrophie intra-articulaire du tendon, empêchant sa pénétration libre dans la gouttière lors des mouvements d'élévation dans le plan de la scapula [5]. Son diagnostic peropératoire se fait grâce au « test du sablier » : l'élévation du bras recherche une incarceration tendon du biceps dans l'articulation. Les instabilités du biceps doivent être recherchées, quant à elles, dans le plan horizontal : abduction-rotation interne pour une instabilité latérale (lésion face profonde ou transfixiante sus-épineux) et abduction-rotation externe pour une instabilité médiale (clivage ou rupture du subscapulaire). C'est le « swing test » [1, 7].

À la lumière de ces travaux, il semble donc qu'il n'y ait que peu de cas où le LB puisse être considéré comme « normal » dans les lésions réparables de la coiffe des rotateurs. Les rares biceps paraissant normaux macroscopiquement lors de l'observation arthroscopique statique, ont souvent un comportement anormal lors du testing dynamique (incarcération intra-articulaire, subluxation...). Par ailleurs, la

réparation de la coiffe des rotateurs elle-même peut perturber la physiologie normale du LB et empêcher le glissement naturel du tendon dans la gouttière bicipitale : soit immédiatement par compression et obstruction de l'entrée de la gouttière, soit secondairement par les adhérences et la fibrose dues au saignement. L'ablation de la portion intra-articulaire du LB lors d'une réparation de la coiffe des rotateurs permet de garantir le traitement exhaustif des lésions ; elle élimine une source de douleurs et de raideur postopératoire importante.

Rupture de coiffe irréparable : indications et limites de la ténotomie/ténodèse isolée du long biceps

L'idée de réséquer la portion intra-articulaire du LB sous arthroscopie a été avancée par Walch suite à l'observation de l'amélioration spectaculaire des

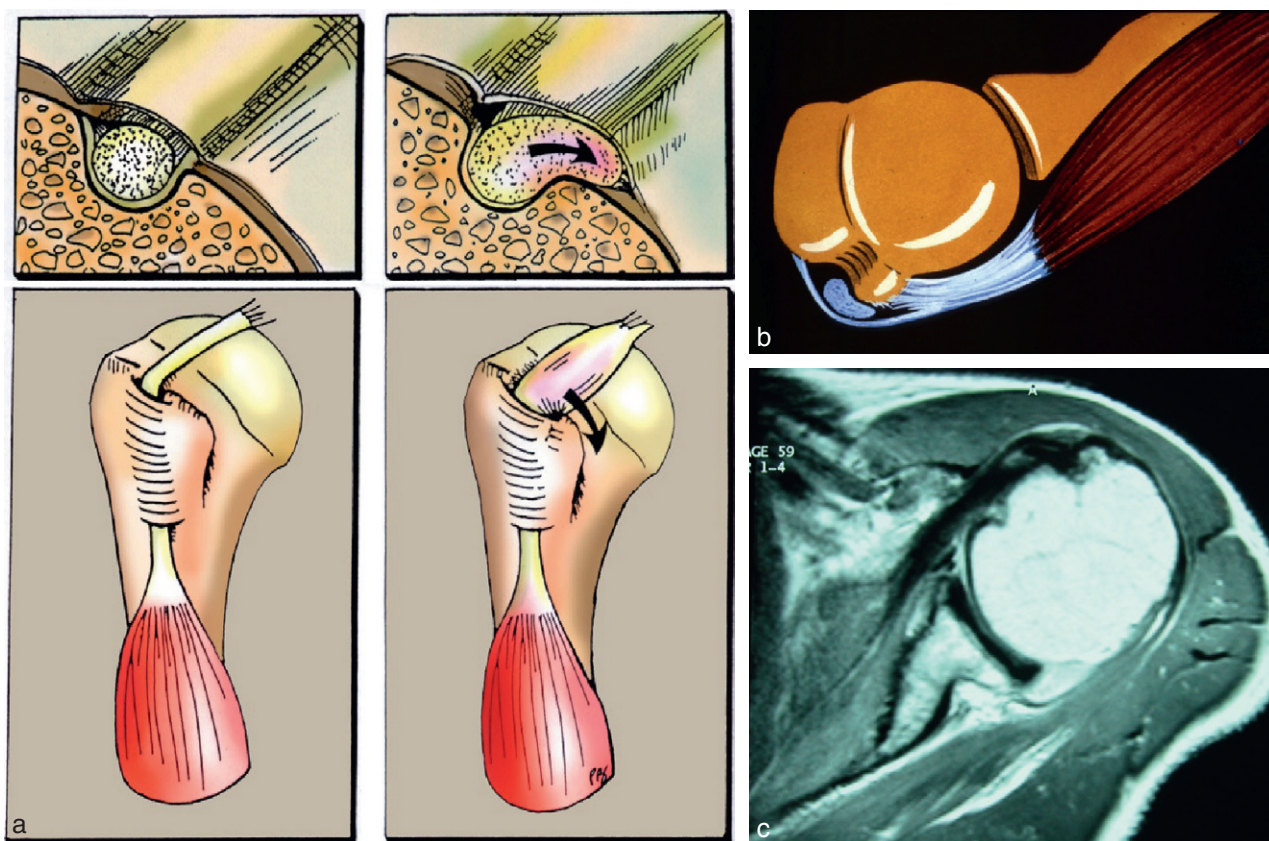


Figure 6. L'hypertrophie de la portion intra-articulaire du LB s'accompagne d'une dilatation de la poulie de réflexion à l'entrée de la gouttière et de sa subluxation médiale (a) ; la subluxation du LB se fait le plus souvent dans l'épaisseur du tendon souscapulaire (b) ; l'imagerie préopératoire par IRM ou arthroscanner permet le diagnostic (c).

symptômes cliniques après rupture spontanée du tendon chez des patients présentant des lésions massives et non réparables de la coiffe des rotateurs. Depuis, la ténomie puis la ténodèse arthroscopiques font partie de l'arsenal thérapeutique palliatif devant des ruptures massives et irréparables de la coiffe des rotateurs. Les questions que le chirurgien est en droit de se poser sont : quelles sont les indications et limites de la ténomie isolée du LB ? Quels résultats peut-on en attendre ?

La ténomie ou ténodèse isolée à visée antalgique palliative est indiquée chez un patient avec des lésions irréparables de la coiffe des rotateurs, présentant une *épaule douloureuse pure, fonctionnelle, sans arthrose gléno-humérale*. L'épaule pseudo-paralytique constitue une contre-indication formelle : la ténomie/ténodèse ne restitue pas l'élévation antérieure de l'épaule. À la différence de l'épaule impotente et douloureuse, il existe avec une épaule pseudo-paralytique une subluxation antéro-supérieure de la tête humérale lors de l'élévation et une impossibilité de maintenir une élévation à 90 ° lorsque le bras est amené dans cette position par un examinateur (« landing test »).

Sur le plan radiologique, les stades I et II selon Hamada et Fukuda sont d'excellentes indications, à condition que l'épaule soit toujours fonctionnelle dans le plan vertical (conservation de l'élévation active) et dans le plan horizontal (conservation de la rotation externe active). Pour les stades III, les résultats sont plus aléatoires : l'acétabulisation de l'acromion constitue une probable limite à l'efficacité antalgique du geste mais ce dernier peut être tenté [1, 6, 7, 40]. La présence d'un stade Hamada 3 en préopératoire influence négativement les résultats fonctionnels en diminuant de 13 points le score de Constant par rapport aux patients classés Hamada 1 (57 points contre 70 points). De plus, un tiers des patients classés Hamada 3 développait une omarthrose excentrée au recul de 78 mois contre 10 % des stades 2 et 5 % des stades 1. Dans les stades IV et V d'Hamada, la composante arthrosique de l'évolution de la rupture de coiffe ne permet pas d'obtenir un bénéfice antalgique de la ténomie/ténodèse isolée : les douleurs sont à la fois d'origine tendineuse et ostéo-cartilagineuse, et l'épaule n'est plus fonctionnelle.



Figure 7. Tests dynamiques d'exploration arthroscopique intra-articulaire du LB. L'arthroscope est positionné en voie postérieure. a, b. Swinging-test en rotation externe puis interne (bras en adduction) recherchant une instabilité respectivement latérale ou médiale du LB. c. La manœuvre « du sablier » recherche une plicature intra-articulaire du LB lors de l'élévation antérieure du bras dans le plan de la scapula.

Plusieurs études confirment que la ténotomie et la ténodèse du LB permettent une nette diminution voire une disparition des douleurs, améliorant par là même la fonction de l'épaule dans les lésions non réparables de la coiffe des rotateurs. La présence d'une infiltration graisseuse avancée du subscapulaire ou bien d'un index d'infiltration graisseuse global avancé influence négativement le score de Constant. Les résultats cliniques sont également influencés de manière négative par la fonctionnalité du teres minor (trophicité, involution graisseuse). De plus, ces études confirment qu'il n'y a pas d'accélération de l'excéntration humérale. Enfin, sur le plan arthroscopique, l'aggravation radiographique concerne 1 à 10 % des épaules [6, 27, 40].

Ténotomie ou ténodèse du long biceps ?

Un certain nombre d'études ont prouvé que la ténotomie et la ténodèse donnent le même résultat fonctionnel subjectif au niveau de l'épaule [2, 23, 32]. La rétraction du muscle biceps au coude (signe de Popeye) est une des conséquences de la ténotomie ou d'un échec de ténodèse (figure 8). Ce signe est identifié chez seulement 20 % et 40 % des patients ayant eu une ténotomie [1, 13, 19]; il est visible surtout chez les hommes [2]. Les plaintes esthétiques restent cependant rares [11, 27, 31]. D'autre part, les crampes musculaires sont classiquement rapportées après simple ténotomie pour environ 20 % des patients [6, 11, 19]. Leur incidence semble deux fois

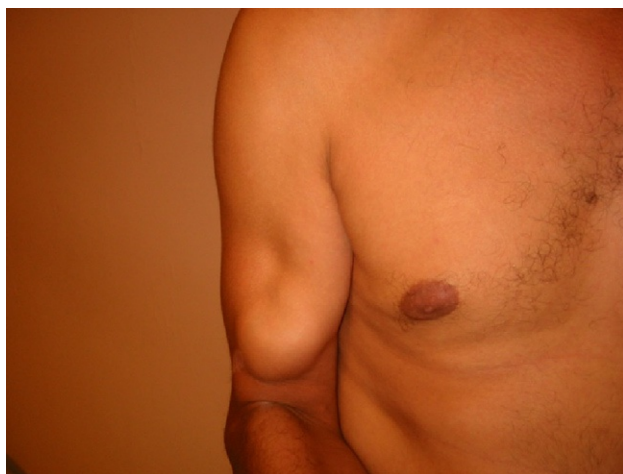


Figure 8. Signe de « Popeye » témoignant d'une rétraction distale du biceps.

moins importante après ténodèse [2, 11]. Seuls Osbahr et al. ne confirment pas cette tendance [31]. Il est probable que, dans un certain nombre de cas, il se produit une auto-ténodèse du LB, empêchant la rétraction distale du tendon : celle-ci est favorisée par les adhérences, la sténose de la gouttière ou l'hypertrophie tendineuse. La ténodèse arthroscopique du LB diminue significativement l'apparition d'un signe de Popeye [2, 19]. Différentes techniques sont possibles : sutures, ancrs ou vis d'interférence dans la gouttière (figure 9). Il est maintenant prouvé par plusieurs études biomécaniques que la fixation par vis d'interférence donne la meilleure tenue mécanique [14, 33]. Boileau rapporte ainsi seulement 3 % et 10 % de signe de Popeye après cette technique de ténodèse [2, 4, 6].

Puisque le biceps brachial est principalement un muscle supinateur et fléchisseur du coude, il est légitime de se demander si la force dans ces gestes n'est pas altérée après simple ténotomie de la longue portion. Selon plusieurs études, après ténotomie du LB, la perte de force en flexion du coude est évaluée entre 20 % et 40 %, et entre 10 et 20 % pour la force en supination [2, 7, 27, 42]. Ceci serait donc un argument en faveur de la ténodèse du LB, qui permettrait une meilleure conservation de la force en flexion et en supination [2]. Néanmoins, Shank et al. ne retrouvent pas de différences après tests isocinétiques entre un groupe de patients ténotomisés, ténodésés et un groupe contrôle [35].

Au total, la ténodèse du LB est une alternative à la ténotomie chez les patients de sexe masculin, jeunes et actif (travailleurs manuels) pour qui les crampes et le manque de force en flexion/supination du coude peuvent poser des problèmes et chez les patients soucieux de l'esthétique de leur bras, ce d'autant que le geste technique est simple et rapide.

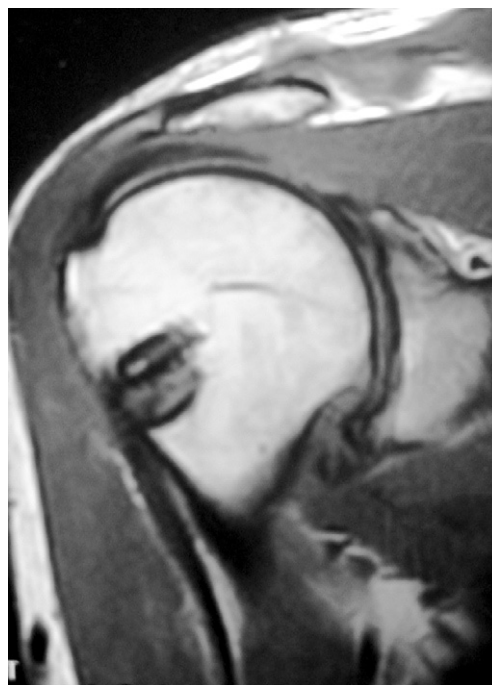


Figure 9. Aspect IRM postopératoire d'une ténodèse du LB avec vis interférentielle : le tendon doublé sur lui-même est introduit dans une logette localisée 1,5 cm sous l'entrée de la gouttière bicipitale et fixé l'aide d'une vis interférentielle résorbable.

Faut-il réparer les désinsertions proximales du long biceps (« SLAP lésions ») ?

Les lésions de l'insertion proximale du LB ont été décrites et démembrées par Snyder sous le terme de « SLAP lésions » (*Superior Labrum Anterior and Posterior Lesions*) [36]. Initialement, quatre types de SLAP ont été décrits, avec une incidence très variable entre 1,2 et 23 %, témoignant de la difficulté diagnostique et la faible reproductibilité de la classification de Snyder [15]. Leur association à une lésion de la coiffe des rotateurs est évaluée à 5 % [12]. Les SLAP lésions de types 2 sont les plus fréquentes et correspondent à la désinsertion du labrum supérieur ; elles sont retrouvées classiquement chez une population jeune et sportive [36, 37]. La réinsertion des SLAP lésions de type 2 par ancrage intra-osseux sur le tubercule supra-glénodien était considérée comme le traitement de choix [36, 37]. Cependant, un certain nombre d'échecs par persistance des symptômes douloureux, avec un taux de reprise sportive de 64 % seulement, ont remis en cause ce dogme [16].

La réinsertion des SLAP 2 étant décevante, l'alternative thérapeutique, proposée par Boileau et al., est la ténodèse du LB par vis interférentielle au niveau de la

gouttière bicipitale : elle permet un meilleur taux de reprise sportive et une niveau de satisfaction plus élevé [7, 8]. Enfin, en cas de lésions dégénératives (SLAP lésion de type 1) ou d'atteinte significative du LB dans sa portion libre intra-articulaire (SLAP de type 4, tendinopathie), la réparation n'a pas sa place et il est clairement recommandé de réaliser une ténotomie ou ténodèse [10].

Conclusion

Le tendon du LB est maintenant reconnu comme un générateur de douleur de premier ordre dans le cadre de la pathologie dégénérative musculo-tendineuse de l'épaule. Sacrifier sa portion intra-articulaire ne porte plus à débat (au moins en France) depuis que l'on sait que sa fonction à l'épaule est très limitée, voire inexistante. Les lésions du LB et de la coiffe des rotateurs sont

souvent étroitement liées. La genèse de symptomatologie douloureuse dans ce cadre nosologique implique indéniablement les deux entités. Pour autant que le LB soit sain macroscopiquement, il est histologiquement pathologique dans 90 % des cas. Par ailleurs, l'exploration dynamique lors de l'arthroscopie retrouve une anomalie du LB dans plus de 60 % des cas. Le traitement conservateur n'a que peu de place. La ténotomie arthroscopique du LB dans les ruptures massives et irréparables de la coiffe des rotateurs est une intervention « gagnante » et peu coûteuse, apportant l'antalgie et améliorant la fonction. La ténodèse du LB est une alternative à la ténotomie, permettant de diminuer l'incidence du signe de Popeye et de conserver la force en flexion du coude et supination de l'avant-bras. Dans le cas particulier des lésions de type SLAP, la réparation semble donner des résultats controversés, alors que la ténodèse a démontré des résultats reproductibles.

RÉFÉRENCES

- [1] Ahrens PM, Boileau P. The long head of biceps and associated tendinopathy. *J Bone Joint Surg Br* 2007; 89 : 1001–9.
- [2] Balestro JC, Trojani C, Jacquot N, Gonfrier S, Boileau P. La ténodèse du long biceps par vis d'interférence permet-elle d'éviter les séquelles de la ténotomie isolée? *Rev Chir Orthop* 2007; 93 (8 Suppl) : 88–9.
- [3] Balg F, Boulianne M, Boileau P. Bicipital groove orientation : considerations for the retroversion of a prosthesis in fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15 : 195–8.
- [4] Boileau P, Krishnan SG, Coste JS, Walch G. Arthroscopic biceps tenodesis : a new technique using bioabsorbable interference screw fixation. *Arthroscopy* 2002; 18 : 1002–12.
- [5] Boileau P, Ahrens PM, Hatzidakis AM. Entrapment of the long head of the biceps : the hourglass biceps : a cause of pain and locking of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13 : 249–57.
- [6] Boileau P, Baque F, Valerio L, Ahrens P, Chuinard C, Trojani C. Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 747–57.
- [7] Boileau P, Maynou C, Balestro JC, Brassart N, Clavert P, Cotten A, et al. Le long biceps. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2007; 93 (8 Suppl) : 5S19–53.
- [8] Boileau P, Parratte S, Chuinard C, Roussanne Y, Shia D, Bicknell R. Arthroscopic treatment of isolated type II SLAP lesions : biceps tenodesis as an alternative to reinsertion. *Am J Sports Med* 2009; 37 : 929–36.
- [9] Broca P. La torsion de l'humérus et le tropomètre, instrument destiné à mesurer la torsion des os (rédigée par L. Mamouvier). *Rev Anthropol* 2^e série 1881; 4 : 193–2.
- [10] Burns JP, Bahk M, Snyder SJ. Superior labral tears : repair versus biceps tenodesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20 (2 Suppl.) : S2–8.
- [11] Duff SJ, Campbell PT. Patient acceptance of long head of biceps brachii tenotomy. *Shoulder Elbow Surg* 2011 (in press).
- [12] Gartsman GM, Taverna E. The incidence of glenohumeral joint abnormalities associated with full-thickness, reparable rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1997; 13 : 450–5.
- [13] Gill TJ, McIlrvin E, Mair SC, Hawkins RJ. Results of biceps tenotomy for treatment of pathology of the long head of the biceps brachii. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10 : 247–9.
- [14] Golish SR, Caldwell 3rd PE, Miller MD, et al. Interference screw versus suture anchor fixation for subpectoral tenodesis of the proximal biceps tendon : a cadaveric study. *Arthroscopy* 2008; 24 : 1103–8.
- [15] Gobeze R, Zurakowski D, Lavery K, Millett PJ, Cole BJ, Warner JJ. Analysis of interobserver and intraobserver variability in the diagnosis and treatment of SLAP tears using the Snyder classification. *Am J Sports Med* 2008; 36 : 1373–9.
- [16] Gorantla K, Gill C, Wright RW. The outcome of type II SLAP repair : a systematic review. *Arthroscopy* 2010; 26 : 537–45.
- [17] Gowan I, Jobe F, Tibone J, Perry J, Moynes D. A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching. Professional versus amateur pitchers. *Am J Sports Med* 1987; 15 : 586–90.
- [18] Hichcock HH, Bechtol CO. Painful shoulder : observations on role of tendon of long head of biceps brachii in its causation. *J Bone Joint Surg Am* 1948; 30 : 263–73.
- [19] Hsu AR, Ghodadra NS, Provencher MT, Lewis PB, Bach BR. Biceps tenotomy versus tenodesis : a review of clinical outcomes and biomechanical results. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20 : 326–32.
- [20] Itoi E, Kuehle DK, Newman SR, Morrey BF, An KN. Stabilising function of the biceps in stable and unstable shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 75 : 546–50.
- [21] Jobe FW, Moynes DR, Tibone JE, Perry J. An EMG analysis of the shoulder in pitching : a second report. *Am J Sports Med* 1984; 12 : 218–20.
- [22] Klinger HM, Spahn G, Baums MH, Steckel H. Arthroscopic debridement of irreparable rotator cuff tears : a comparison of debridement alone and combined procedure with biceps tenotomy. *Acta Chir Belg* 2005; 105 : 297–301.

- [23] Koh KH, Ahn JH, Kim SM, Yoo JC. Treatment of biceps tendon lesions in the setting of rotator cuff tears : prospective cohort study of tenotomy versus tenodesis. *Am J Sports Med* 2010; 38 : 1584–90.
- [24] Krahll VE, Evans GF. Humeral torsion in man. *Am J Phys Anthropol* 1945; 3 : 229–53.
- [25] Levy A, Kelly B, Lintner S, Speer K. The function of the long head of the biceps at the shoulder : an emg analysis. *Clin Orthop* 1988; 228 : 233–9.
- [26] Martin C. De la direction des axes du col et des condyles du fémur et de l'humérus dans les mammifères, les oiseaux et les reptiles. *Compt Rend Acad Sci* 1857; 44 : 1027–9.
- [27] Maynou C, Mehdi N, Cassagnaud X, Audebert S, Mestdagh H. Résultats de la ténomie arthroscopique du chef long du biceps brachial dans les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs non réparées. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2005; 91 : 300–6.
- [28] McFarland EG, Kim TK, Savino RM. Clinical assessment of three common tests for superior labral antero-posterior lesions. *Am J Sports Med* 2002; 30 : 810–15.
- [29] Murthi AM, Vosburgh CL, Neviaser TJ. The incidence of pathologic changes of the long head of the biceps tendon. *J Shoulder Elbow Surg* 2000; 9 : 382–5.
- [30] Neer II CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder : a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 54 : 41–50.
- [31] Osbahr D, Diamond A, Speer K. The cosmetic appearance of the biceps muscle after long head biceps tenotomy versus tenodesis. *Arthroscopy* 2002; 18 : 483–7.
- [32] Pagani M, Deng X, Warren R, Torzilli P, O'Brien S. Role of the long head of the biceps brachii in glenohumeral stability : a biomechanical study in cadavera. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5 : 255–62.
- [33] Patzer T, Santo G, Olender GD, Wellmann M, Hurschler C, Schofer MD. Suprapectoral or subpectoral position for biceps tenodesis : biomechanical comparison of four different techniques in both positions. *J Shoulder Elbow Surg* (in press)
- [34] Refior HJ, Sowa D. Long tendon of the biceps brachii : sites of predilection for degenerative lesions. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4 : 436–40.
- [35] Shank R, Singleton SB, Braun S, et al. A Comparison of forearm supination and elbow flexion strength in patients with long head of the biceps tenotomy or tenodesis. *Arthroscopy* 2011; 1 : 9–16.
- [36] Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 1990; 6 : 274–9.
- [37] Snyder SJ, Karzel RP, Pizzo WD, Ferkel RD, Friedman MJ. Arthroscopy classics. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 2010; 26 : 1117.
- [38] Walch G. La pathologie de la longue portion du biceps. In : Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT. Conférence d'Enseignement. Paris : Expansion Scientifique Française; 1993. p. 57–69.
- [39] Walch G, Nové-Josserand L, Boileau P, Lévigne C. Subluxations and dislocations of the tendon of the long head of the biceps. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7 : 100–8.
- [40] Walch G, Edwards BE, Boulahia A, et al. Arthroscopic tenotomy of the long head of the biceps in the treatment of rotator cuff tears : clinical and radiographic results of 307 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14 : 238–46.
- [41] Warner J, Mc Mahon P. The role of the long head of the biceps brachii in superior stability of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77 : 366–72.
- [42] Wittstein JR, Queen R, Abbey A, Toth A, Moorman 3rd CT. Isokinetic strength, endurance, and subjective outcomes after biceps tenotomy versus tenodesis : a postoperative study. *Am J Sports Med* 2011; 39 : 857–65.
- [43] Yamaguchi K, Riew KD, Galatz LM, Syme JA, Neviaser RJ. Biceps activity during shoulder motion : an electromyographic analysis. *Clin Orthop* 1997; 336 : 122–29.

Traitement arthroscopique des ruptures étendues et massives

F. SIRVEAUX¹, J. SEDAGHATIAN¹, O. ROCHE¹, D. MOLÉ¹

RÉSUMÉ

L'amélioration des techniques arthroscopiques a permis d'étendre les indications de réparation de la coiffe aux ruptures massives. Avant l'intervention, l'évaluation du patient doit comprendre une analyse précise des critères cliniques et paracliniques de réparabilité. Pendant l'intervention, la première étape consiste à évaluer les lésions et à tester la réductibilité du tendon rompu. En fonction de la conformation de la rupture, la libération tendineuse peut nécessiter une capsulotomie, une ouverture de l'intervalle des rotateurs et de l'intervalle entre supraépineux et infraépineux. La libération doit être suffisante pour mettre le tendon au contact de la zone d'insertion sans tension. Les données actuelles de la littérature tendent à montrer une supériorité de la fixation en double rang sur la fixation en simple rang dans les ruptures massives. Quand la réparation anatomique est impossible, la réparation partielle est une alternative qui permet une amélioration fonctionnelle significative. Cependant, l'avantage d'une réparation partielle sur un traitement palliatif par ténotomie isolée du biceps reste à démontrer.

ABSTRACT – ARTHROSCOPIC TREATMENT OF LARGE AND MASSIVE ROTATOR CUFF TEARS

The technical improvement has extended the indications for rotator cuff repair to massive cuff tear. Before surgery, the patient assessment must include a precise analysis of clinical and imaging factors of reparability. During surgery, the first step is to assess the size of the tear and to test the reducibility of the torn tendon. Depending of the shape of the rupture, tendon mobilization may require capsulotomy, rotator interval opening and release of the interval between infra- and supraspinatus tendon. The release should be sufficient to bring the tendon in contact with the footprint without tension. The current data in the literature suggest superiority of the double row fixation on the single row fixation in massive tear repair. When the repair is anatomically impossible, partial repair is an alternative procedure that allows a significant functional improvement. However, the advantage of a partial repair from a palliative treatment as an isolated biceps tenotomy remains to be demonstrated.

Mots clés : Épaule. – Rupture passive de coiffe. – Réparation.

Keywords: Shoulder. – Massive cuff tear. – Repair.

Introduction

L'avènement des techniques arthroscopiques a permis de repousser les limites des réparations des ruptures de la coiffe des rotateurs. Initialement, les réparations sous arthroscopie ont été proposées pour les ruptures distales et les indications ont été progressivement étendues aux ruptures de grande taille. Nous traitons ici des modalités techniques et des résultats de la chirurgie réparatrice de la coiffe des rotateurs sous arthroscopie, les traitements palliatifs étant présentés dans les autres chapitres. Classiquement, les ruptures

sont considérées comme larges ou étendues quand le plus grand diamètre de la rupture est supérieur à 3 cm et comme massives au-delà de 5 cm [16]. Cependant, il existe souvent une confusion dans la littérature entre les ruptures irréparables et les ruptures larges ou massives. De même il existe une certaine confusion dans l'utilisation des termes « étendue », « large », « rétractée » ou « massive ». Les ruptures larges correspondent aux ruptures rétractées dans le plan frontal selon la classification de Patte [36] et intéressant au moins deux tendons dans le plan sagittal [21]. La rupture est massive quand elle concerne trois tendons. L'étude

¹Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite, 54000 Nancy, France.

de Kuhn et al. en 2007 [29] a montré que l'évaluation dans le plan frontal selon Patte était la méthode qui avait la meilleure concordance inter- et intraobservateur. Dans la mesure du possible, les critères de réparabilité tendineuse doivent être appréciés avant l'intervention pour informer clairement le patient des objectifs et des suites postopératoires attendues.

Évaluation préopératoire

L'évaluation préopératoire d'un patient présentant une rupture large de la coiffe est une étape essentielle. L'âge, l'état physiologique du patient et son aptitude à supporter une immobilisation et un programme de rééducation sont des éléments importants à considérer. Le niveau d'activité et le niveau de sollicitation professionnelle ou sportive sont évalués. Les comorbidités doivent être connues, car elles peuvent avoir une influence sur la cicatrisation. Plusieurs études ont montré l'influence néfaste du tabac [3], mais d'autres facteurs tels que l'hypercholestérolémie ou la surcharge pondérale semblent aussi avoir une influence [1,43]. La notion de traumatisme et l'ancienneté du traumatisme doivent être recherchées. Le mode d'évolution des symptômes peut permettre de faire la part des choses entre une rupture traumatique inaugurale et une extension d'une rupture ancienne après un traumatisme [2].

L'examen clinique doit s'attacher à déterminer la symptomatologie dominante : douleur, perte de force, perte de mobilité active ou instabilité. L'existence d'une limitation de la mobilité passive, en particulier dans les secteurs de rotation, est une contre-indication à un geste de réparation et impose une rééducation spécifique. À l'inspection, on recherchera une amyotrophie des fosses supra- et infraépineuse, du deltoïde, et un signe de « Popeye » témoignant d'une rupture spontanée de la longue portion du biceps (figure 1). L'analyse de la mobilité active doit être précise. L'existence d'une perte de l'élévation active au-delà de 60° correspond à une épaule pseudoparalytique. On recherchera une subluxation antérosupérieure de la tête lors des mouvements d'élévation, qui témoigne d'une rupture dépassée et d'une incompétence de l'arche coracoacromiale (figure 2).

Il faut bien différencier une véritable épaule pseudoparalytique d'une perte de la mobilité active liée à la douleur. Boileau et al. [6] ont proposé de positionner passivement le membre du patient en élévation entre 90 et 120° puis de demander au patient de maintenir la position. En cas d'épaule pseudoparalytique, le membre tombe spontanément. L'infiltration sous-acromiale d'anesthésique local peut être utile en cas de doute. En position coude au corps, la perte de rotation externe active et le rappel automatique (*external lag sign* ou



Figure 1. Amyotrophie des fosses supra- et infraépineuse associée à une rupture spontanée de la longue portion du biceps.

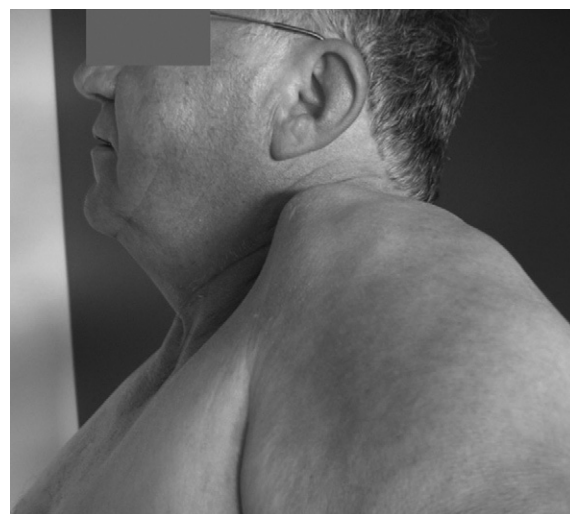


Figure 2. Exemple d'excentration antérosupérieure de la tête humérale lors de l'abduction active qui témoigne d'une faillite de l'auvent coracoacromial.

dropping sign) témoignent d'une rupture étendue non réparable de l'infraépineux [22,24,40]. Le signe du clairon est le témoin d'une infiltration graisseuse du petit rond de stade 3 ou 4 et d'une rupture non réparable. S'il existe une discordance entre l'examen clinique et les données de l'imagerie, il faut évoquer la possibilité d'une atteinte neurologique et demander un examen électromyographique.

Le bilan d'imagerie doit comporter des radiographies standard en rotation neutre de face et de profil. La mesure de l'espace acromiohuméral est un indicateur indirect de l'état de la coiffe des rotateurs. Un espace acromiohuméral inférieur à 6 mm témoigne d'une rupture irréparable de la coiffe des rotateurs [21] pour les

auteurs, qui gardent comme objectif l'obtention d'une cicatrisation tendineuse. Au contraire, Burkhart et al. [9] considèrent qu'un pincement acromiohuméral n'est pas une contre-indication à une réparation.

Si une chirurgie réparatrice est envisagée, il est important d'évaluer la qualité osseuse des tubérosités et de rechercher des géodes qui pourraient compromettre la tenue des ancrs. Le scanner sans injection est l'examen de référence pour analyser l'infiltration graisseuse des muscles de la coiffe des rotateurs selon la classification de Goutallier [23]. Une infiltration graisseuse supérieure à un stade 2 est classiquement un critère d'irréparabilité

(figure 3, tableau 1). L'infiltration graisseuse peut être évaluée sur une imagerie par résonance magnétique (IRM) à condition de disposer de séquence en pondération T_1 [19]. Les coupes sagittales permettent d'évaluer l'importance de l'atrophie musculaire.

Au total, la réparation directe d'une rupture étendue ou massive de la coiffe des rotateurs est licite chez un patient motivé, présentant une rupture récente (a fortiori une rupture traumatique), symptomatique, avec une mobilité passive normale, sans excentration clinique ou radiographique de la tête humérale, sans arthrose et avec une infiltration graisseuse du muscle inférieure ou égale à 2. Si ces critères ne sont pas remplis, mieux vaut s'orienter vers une chirurgie palliative (ténotomie du biceps, acromioplastie, réparation partielle), une chirurgie de reconstruction par lambeaux ou une prothèse inversée (figure 4).



Figure 3. Infiltration graisseuse de stade 3 de l'infraépineux.

Tableau 1
Critères d'irréparabilité d'une rupture massive

Critères cliniques	Critères paracliniques
Épaule raide Subluxation antérosupérieure statique et dynamique Épaule pseudoparalytique Rappel automatique en rotation externe Signe du clairon	Pincement acromiohuméral Infiltration graisseuse ≥ 3

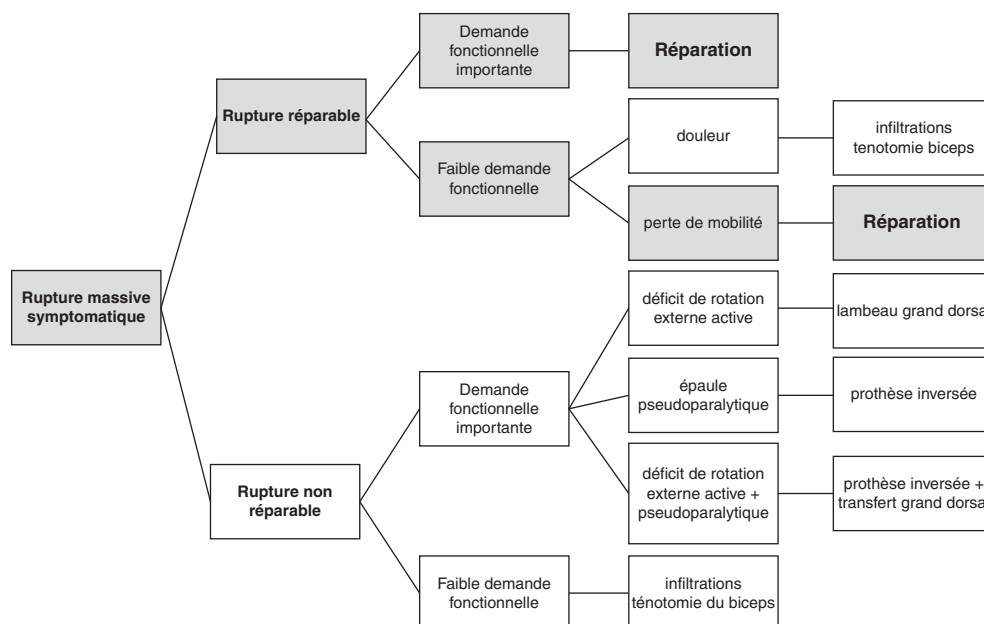


Figure 4. Algorithme de traitement des ruptures massives de la coiffe d'après Gerber et al. [22].

Voies d'abord

L'intervention peut être réalisée en décubitus latéral ou en position demi-assise. Pour les ruptures antérosupérieures avec une rupture complète du subscapulaire, la position demi-assise est préférable. Quelle que soit l'installation, il faut pouvoir mobiliser le membre en rotation et en abduction pour faciliter les manœuvres de réduction de la coiffe et l'insertion des ancrs.

Le testing sous anesthésie générale est recommandé par Boileau et al. [5] pour rechercher une limitation de l'élévation antérieure passive avec une sensation de blocage en cas de biceps en sablier. Pour Brady et al. [7], l'absence de rappel automatique en rotation externe passive maximale est le signe d'une rupture complète du subscapulaire (« *bounce-back effect* »).

La voie d'abord postérieure habituelle est utilisée pour aborder l'articulation glénohumérale. Elle peut être légèrement médialisée pour pouvoir être utilisée secondairement avec des instruments perforateurs pour la suture d'une rupture étendue en arrière. Brady et al. [7] recommandent de faire cette voie un peu plus basse. Une voie trop haute risque de limiter l'amplitude de mobilisation de l'arthroscope qui vient au contact du bord postérieur de l'acromion quand l'articulation est gonflée par le liquide. Les autres voies habituelles sont utilisées : une voie antérieure à l'aplomb de l'articulation acromioclaviculaire et une voie antérolatérale à 3 cm du rebord acromial.

En fonction de la configuration de la rupture, des voies accessoires seront utilisées : voies latérales au ras de l'acromion pour l'insertion des ancrs, voie latérale pour l'arthroscope (« *grand canyon view* »), voie de Neviaser pour le passage des instruments, voies antérieures accessoires en cas de rupture du subscapulaire (figure 5). Le chirurgien doit disposer d'un panel d'instruments lui permettant de mobiliser la coiffe et de passer les fils de différentes manières en fonction des conditions locales : crochets pénétrateurs, pinces automatiques, crochets passe-fil, aiguilles... et, pour certains, un arthroscope à 70° pour mieux explorer les structures antérieures [7].

Bilan des lésions

L'avantage de la voie d'abord arthroscopique sur la technique à ciel ouvert est d'avoir une vision directe sur l'ensemble de la coiffe à sa face profonde et à sa face superficielle. En général, l'exploration de la face profonde est réalisée en premier avec l'arthroscope par voie glénohumérale. À cette étape, il est essentiel d'analyser précisément l'état du biceps et de tester sa stabilité. Cette exploration doit être dynamique : en rotation pour tester la stabilité et en abduction pour détecter

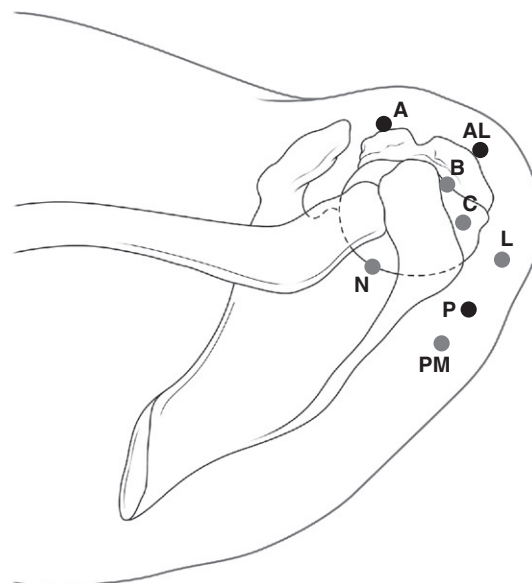


Figure 5. Voies d'abord arthroscopiques. En noir, les voies d'abord habituelles : P (postérieure), AL (antérolatérale), A (antérieure). En gris, les voies d'abord accessoires : PM (postérieure médialisée), L (latérale), C et B (voies latérales accessoires), N (voie de Neviaser).

un éventuel biceps « en sablier » [5]. La mobilisation en rotation interne permet d'explorer la face profonde du subscapulaire. La ténotomie du biceps est réalisée si nécessaire. Pendant la phase d'exploration glénohumérale, il est utile d'utiliser la voie latérale pour saisir le moignon tendineux et tester la réductibilité de la rupture. Si nécessaire, l'intervalle des rotateurs peut être ouvert en utilisant la voie antérieure, et une capsulotomie juxtaglénodienne peut être réalisée pour libérer la face profonde du supraépineux. Il faut rechercher une éventuelle délamination de la face profonde de la coiffe et tester sa réductibilité. Dans certains cas, il existe une différence de réductibilité entre la face profonde et la face superficielle qui peut amener à faire une réparation à deux niveaux : un rang médial pour la face profonde et un rang latéral pour la face superficielle [37].

L'arthroscope est ensuite introduit dans l'espace sous-acromial. La voie latérale est utile pour avoir une vue d'ensemble sur la rupture, et notamment pour apprécier l'extension postérieure des lésions. Il faut rechercher la présence très fréquente d'une délamination de l'infraépineux (21 % dans la série de Zilber et al. [45]). La première étape consiste à réaliser une large bursectomie avec une hémostase rigoureuse pour exposer les lésions et créer un espace de travail pour la réparation. La section du ligament coracoacromial est réalisée. L'indication d'une acromioplastie doit être discutée. Dans les ruptures massives, l'acromioplastie

doit être évitée s'il existe une ascension de la tête avec un espace acromiohuméral inférieur à 7 mm [41].

Comme le soulignent Thomazeau et al. [39], l'évaluation peropératoire doit comporter une mesure de la taille de la rupture dans le plan sagittal et dans le plan frontal. À cette étape, il est essentiel que le chirurgien dispose d'une imagerie dans les deux plans visualisable en salle d'opération pour corréler les constatations macroscopiques aux images. Sous arthroscopie, certains repères sont utiles pour reconnaître le tendon rompu. En ce qui concerne le subscapulaire, la visualisation intra-articulaire est la plus fiable pour identifier une désinsertion. Le tubercule mineur devient visible en rotation interne maximale. Le plus souvent, le bord supérieur du tendon du subscapulaire est rétracté avec le faisceau médial du ligament coracohuméral et le ligament glénohuméral supérieur, avec un aspect « en virgule » (« *coma sign* ») caractéristique.

Par voie sous-acromiale, il faut ouvrir l'intervalle des rotateurs, exciser le fascia et dégager la face inférieure de l'apophyse coracoïde pour visualiser le moignon tendineux du subscapulaire. Pour faire la part des choses entre une rupture du supraépineux et une rupture de l'infraépineux, il faut repérer la face profonde de l'épine de la scapula qui sépare les deux corps musculaires comme la quille d'un bateau [7]. À partir de

ces repères, il est possible de déterminer le nombre de tendons atteints. La mesure des dimensions antéropostérieures et médiolatérales de la rupture est effectuée avec un crochet palpeur gradué. Enfin, pour être complet dans la description des lésions, la forme globale de la rupture est décrite selon les critères de Burkhart : en croissant, en U, en L ou en L inversé (figures 6a à 6c).

Libération et mobilisation tendineuse

La libération tendineuse est une étape essentielle. Elle permet de réduire les contraintes mécaniques sur la suture. Pour Burkhart et al. [10], la diminution des contraintes mécaniques pourrait limiter l'importance des douleurs postopératoires (« *no strain, no pain* »). Cette libération concerne la face superficielle de la coiffe (adhérences au niveau du deltoïde, de l'acromion et de la coracoïde) et la face profonde (capsulotomie). En arrière, la libération ne doit pas dépasser 2 cm à partir du bord postérieur de la glène pour ne pas léser l'innervation de l'infraépineux [42]. Elle doit rester à distance de l'échancrure spinoglénoïdienne pour éviter la branche du nerf suprascapulaire destinée à l'infraépineux, qui chemine dans un espace graisseux individualisable.

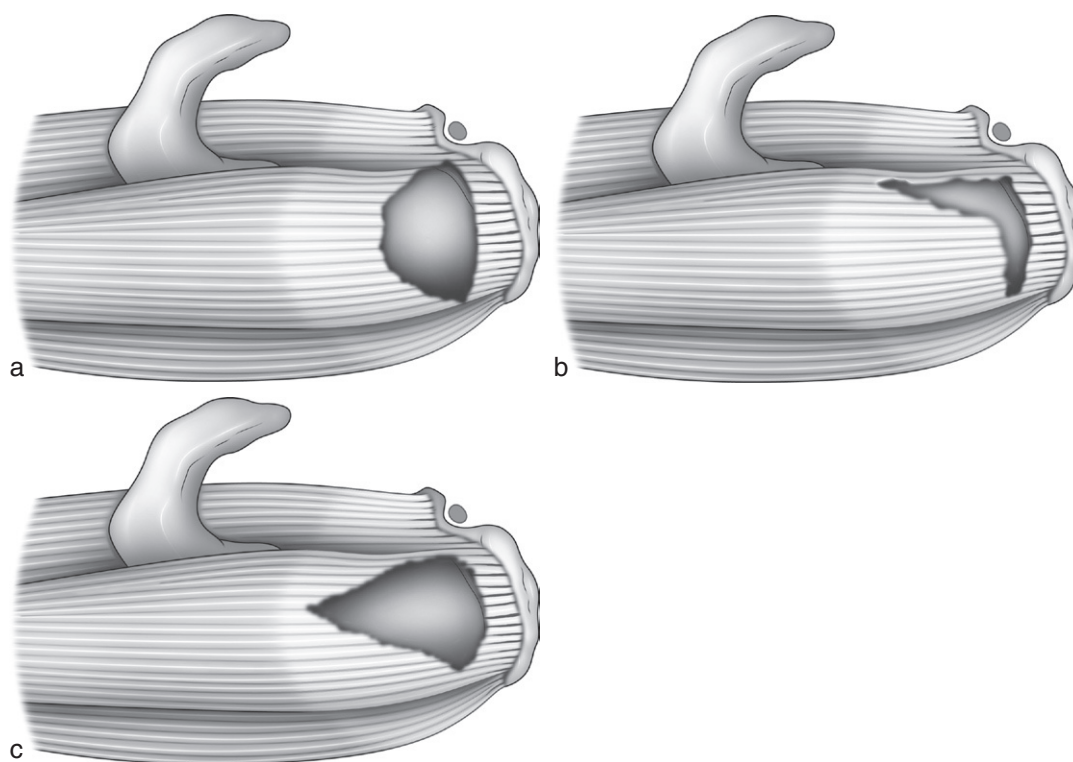


Figure 6. Différentes formes de ruptures larges : en « croissant » (a), en L (b), en V (c).

Au niveau du subscapulaire, l'innervation est assurée par des rameaux nerveux issus directement du plexus brachial et, dans 25 % des cas, par une branche issue du nerf axillaire destinée à la portion basse du muscle [27]. Les nerfs du subscapulaire se trouvent en moyenne à 36 mm de l'articulation en rotation neutre et entre 16 et 18 mm quand le membre est porté en rotation externe [27]. Cela doit inciter à la plus grande prudence lors de la dissection de la face superficielle du subscapulaire pour éviter une dénervation. Pour Lafosse et al. [30], il peut exister des adhérences entre le subscapulaire rétracté et le plexus brachial susceptibles de justifier la réalisation d'une neurolyse. Au niveau de la face profonde, la libération de la coiffe impose une capsulotomie.

Après libération de la face superficielle et de la face profonde, le tendon rompu est saisi avec une pince préhensive et mobilisé. Si la rupture est réductible sans tension, aucune libération complémentaire n'est nécessaire. C'est le cas dans la plupart des ruptures en « croissant » (figures 7a et 7b). Le principe de libération de l'intervalle des rotateurs jusqu'au pied de la coracoïde a été décrit à ciel ouvert par Cordasco et Bigliani [15] et a été appliqué sous arthroscopie par Tauro [38]. Sous arthroscopie, cette libération est réalisée à partir du bord médial du tendon du long biceps jusqu'à la coracoïde. La libération de l'intervalle « antérieur » permet un avancement de la portion antérieure du supraépineux de 1 à 2 cm [4,31]. Le tendon du supraépineux est alors mobilisé de médial en proximal et d'arrière en avant.

Dans les ruptures en L, la libération de l'intervalle des rotateurs est en générale suffisante pour ramener le supraépineux à hauteur du tubercule majeur. Dans les ruptures en U, il peut être nécessaire d'ouvrir « l'intervalle postérieur » entre le supraépineux et l'infraé-

pineux. C'est l'épine de la scapula qui sert de repère pour déterminer la limite entre les deux muscles. L'ouverture de cet espace ne doit pas dépasser l'espace graisseux dans lequel chemine la branche terminale du nerf suprascapulaire.

La libération de l'intervalle antérieur et postérieur (« *double interval procedure* ») permet une libération complète du supraépineux et un avancement du tendon jusqu'à la zone de réinsertion. Burkhart recommande de placer des fils de traction sur le moignon du supraépineux et de l'infraépineux pour faciliter la dissection et la visualisation de l'espace graisseux [9]. Selon Brady et al. [7], cette libération permet de mobiliser le tendon du supraépineux de 4 à 5 cm. Cependant, Warner et al. [42] considèrent qu'au-delà de 3 cm, il est nécessaire de réaliser une libération du nerf suprascapulaire pour éviter une traction excessive. Le supraépineux est fixé d'abord, puis des points simples de rapprochement entre le supra- et l'infraépineux viennent compléter le montage.

Après libération du supraépineux, si la mobilisation est insuffisante pour atteindre le trochiter, la réparation peut faire appel à des points de convergence (« *margin convergence* ») [9,10]. Il s'agit de points simples réalisés de médial en latéral et rapprochant les berges antérieures et postérieures de la rupture (figures 8a à 8c). Ces points permettent de transformer une rupture rétractée en U en une rupture distale qui est alors fixée sur le trochiter par des ancrs.

Après libération et mobilisation, si le tendon ne peut atteindre la zone d'avivement, certains proposent de se contenter d'une réparation partielle par une fixation antérieure et postérieure de la rupture [44]. D'autres proposent, après ténotomie du tendon du biceps, d'interposer le tendon entre la coiffe et le trochiter pour obtenir une fermeture complète [13].

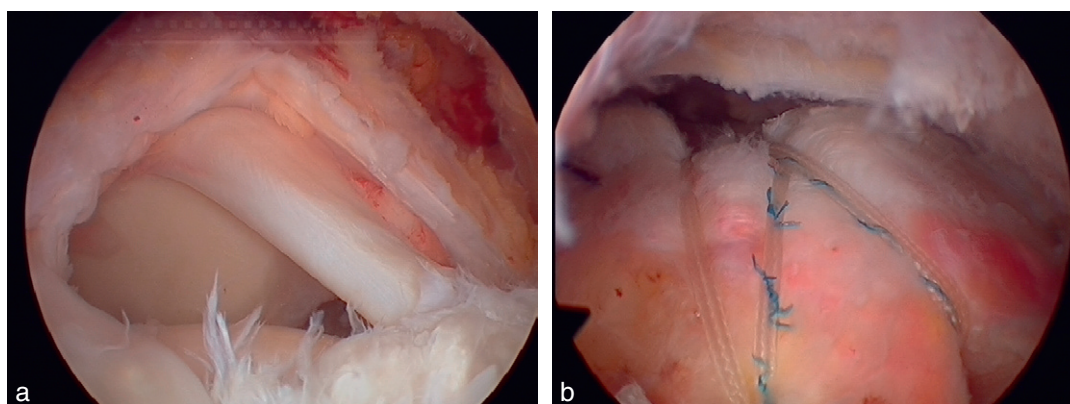


Figure 7. a,b. Exemple de réparation en double rang croisé d'une rupture en croissant.

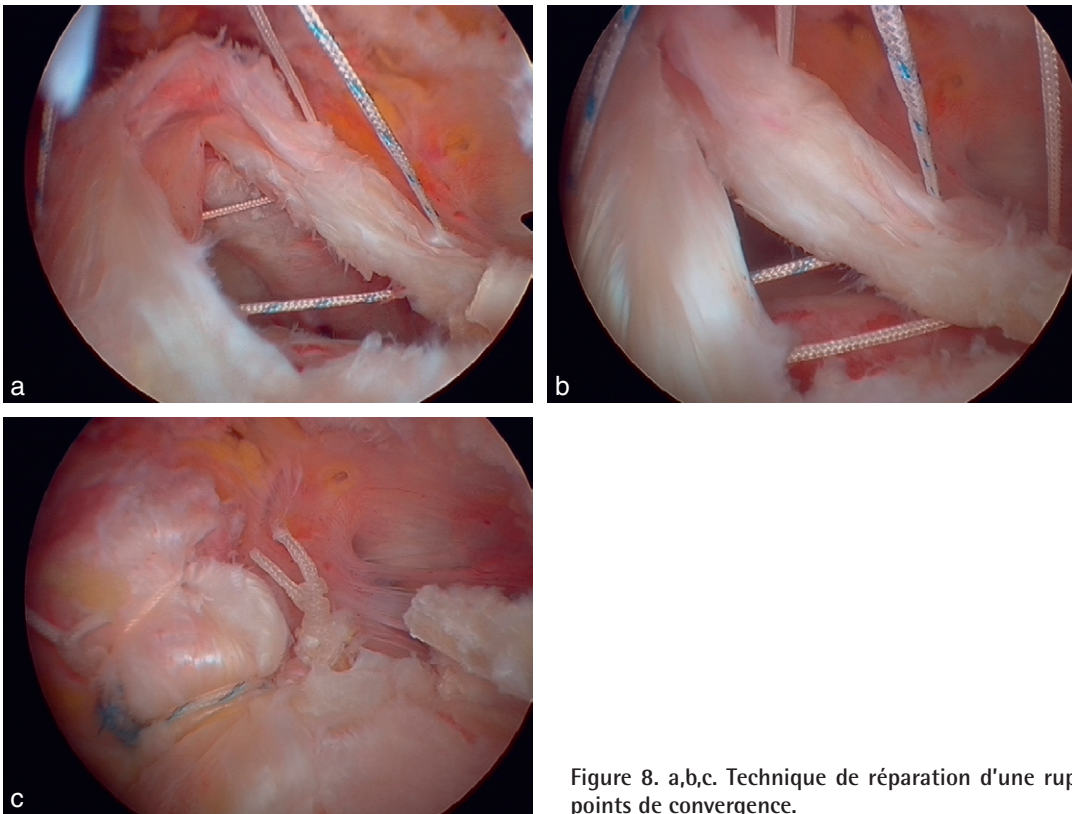


Figure 8. a,b,c. Technique de réparation d'une rupture massive par des points de convergence.

Quand il existe une délamination de l'infraépineux, Walch et al. [45] recommandent un avivement simple entre les deux feuillets et des points de rapprochement plutôt qu'une résection. Avant l'introduction des ancrs, un avivement de la zone de fixation du tendon est réalisé. Cet avivement doit se limiter à l'excision des parties molles restantes et à un avivement de la corticale. Il sera d'autant plus prudent que l'os est ostéoporotique, pour ne pas compromettre la fixation des ancrs.

Fixation tendineuse

La fixation tendineuse est assurée par des ancrs qui sont placées en percutané par une ou plusieurs voies d'abord au ras de l'acromion. Pour résister à la traction, les ancrs doivent être placés à 45° d'inclinaison. Le nombre d'ancres est variable en fonction de la taille de la rupture et de la construction du montage, en simple ou en double rang. En cas d'ostéoporose sous-jacente, il est préférable d'utiliser des ancrs de gros diamètre (6,5 mm). Les sutures en double rang sont théoriquement supérieures aux sutures en simple rang (figure 9a). Cela a été démontré sur des études mécaniques, mais reste discuté en pratique clinique [14,28,32].

La suture en double rang peut être réalisée avec des points médiaux et latéraux indépendants ou avec des points latéraux qui reprennent les fils des points médiaux (*suture bridge technique* ou *transosseous equivalent suture technique*) [34]. Selon Park et al. [34,35], la suture en double rang croisé permet une meilleure application du tendon sur la surface osseuse avivée et une meilleure résistance aux contraintes d'arrachement. En 2008 [33], cette équipe a rapporté la seule étude clinique qui démontre la supériorité de la double rangée sur la simple rangée dans les ruptures massives. Dans le cas des ruptures massives, les sutures en double rang peuvent entraîner un excès de tension qui peut compromettre la cicatrisation et expose à une faillite mécanique en amont de la suture à la jonction tendinomusculaire [12].

La suture en simple rang médialisé est une alternative [11] (figure 9b). Domb et al. [17] ont montré in vivo qu'il existait une différence de tension de l'ordre de 50 N sur la coiffe entre une réparation en double rang sur le tubercule majeur et une réparation en simple rang médialisé. En tenant compte de cette différence de tension, ils ont testé les deux types de montage en laboratoire et ont montré que la suture en doubles rangs indépendants était supérieure du point de vue biomécanique au simple rang, malgré la tension initiale

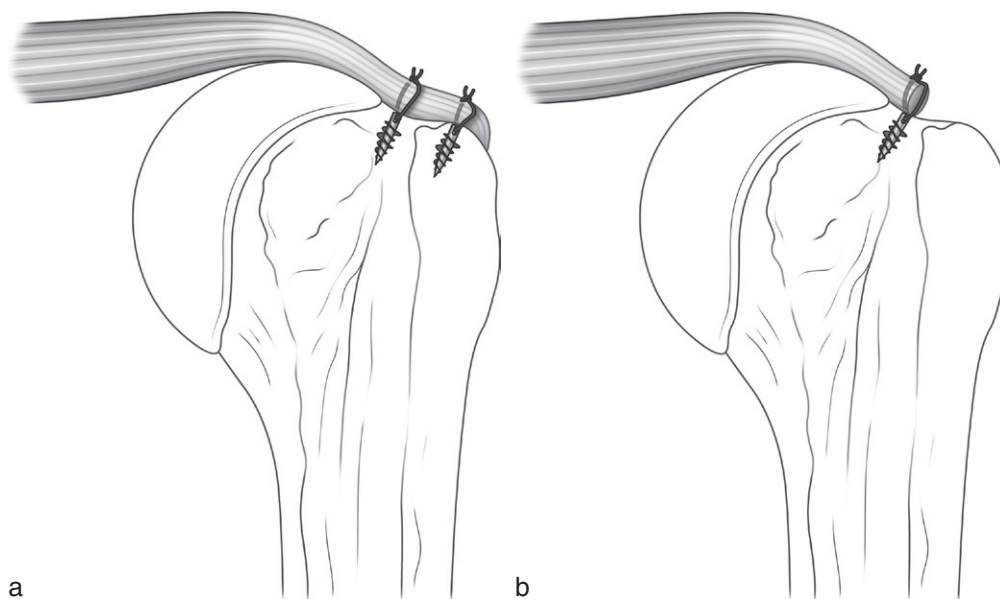


Figure 9. Principe du double rang (a) et du simple rang médialisé (b).

induite par le montage. Au total, il semble qu'il soit préférable de réaliser une réinsertion en double rang quand la mobilisation de la coiffe permet de ramener le tendon sur le tubercule majeur sans traction excessive à 30° d'abduction. Si le tendon ne peut pas recouvrir le tubercule majeur, la suture peut être effectuée en simple rang médialisé. Si la mobilisation du tendon ne permet pas d'atteindre le tubercule majeur, la solution d'une réparation partielle est retenue.

Résultats

Pour Gerber et al. [22], le résultat de la réparation d'une rupture massive n'est supérieur à celui d'une ténotomie isolée que si la cicatrisation tendineuse est obtenue. Or la plupart des études se limitent à une évaluation des résultats fonctionnels globaux sans tenir compte de la cicatrisation tendineuse [9,25,31].

Pour Galatz et al. [20], la réparation à tout prix des ruptures massives a essentiellement un but antalgique. Sur 18 cas, cette étude a retrouvé à l'échographie une continuité du tendon dans un seul cas. Le plus souvent (13 fois), l'échographie avait retrouvé une rupture itérative dont la taille était similaire à la taille du défaut initial malgré une amélioration significative du score fonctionnel. De plus, ces auteurs notaient une dégradation de la fonction de l'épaule au-delà de 2 ans de recul.

Au contraire, Jost et al. [26] ont montré que les résultats cliniques restaient stables à long terme même

après rupture itérative et que la taille de la rupture ne progressait pas dans le temps.

Pour Burkhart et al. [8], la réparation d'une rupture massive permet de transformer une rupture large en rupture distale et rétablit le rôle de hauban antérieur et postérieur de la coiffe. Pour ces auteurs, le rétablissement de cet équilibre explique l'amélioration fonctionnelle et peut potentiellement limiter la progression de la rupture. Les résultats cliniques des réparations des ruptures massives sont significativement moins bons que ceux obtenus après réparation des ruptures distales ou intermédiaires [18], et les résultats des réparations des ruptures massives sont meilleurs quand la cicatrisation est obtenue [37].

Conclusion

La réparation arthroscopique des ruptures larges et massives de la coiffe des rotateurs est un challenge thérapeutique. L'évaluation clinique et paraclinique préopératoire est une étape essentielle pour déterminer les limites de la réparabilité de la rupture. La technique opératoire doit être rigoureuse pour obtenir le maximum de chances de cicatrisation. Même si la cicatrisation tendineuse complète n'est obtenue que dans moins de la moitié des cas, la cicatrisation partielle permet d'améliorer significativement les patients. Cependant, l'avantage d'une réparation partielle sur un traitement palliatif par ténotomie isolée du tendon du biceps reste à démontrer.

RÉFÉRENCES

- [1] Abboud JA, Kim JS. The effect of hypercholesterolemia on rotator cuff disease. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468(6) : 1493–7.
- [2] Abrams JS. Arthroscopic approach to massive rotator cuff tears. In : Sperling JW, editor. *Instructional course lectures, Shoulder & elbow 2*. Rosemont : American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2010. p. 113–20.
- [3] Baumgarten KM, Gerlach D, Galatz LM, Teefey SA, Middleton WD, Ditsios K, et al. Cigarette smoking increases the risk for rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 2009; 468(6) : 1534–41.
- [4] Blaine TA, Freehill MQ, Bigliani LU. Technique of open rotator cuff repair. *Instr Course Lect* 2001; 50 : 43–52.
- [5] Boileau P, Ahrens PM, Hatzidakis AM. Entrapment of the long head of the biceps tendon : the hourglass biceps : a cause of pain and locking of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13(3) : 249–57.
- [6] Boileau P, Baque F, Valerio L, Ahrens P, Chuinard C, Trojani C. Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(4) : 747–57.
- [7] Brady PC, Burkhart SS. Mobilization and repair techniques for the massive contracted rotator cuff tear : technique and preliminary results. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2005; 6(1) : 14–25.
- [8] Burkhart SS. Partial repair of massive rotator cuff tears : the evolution of a concept. *Orthop Clin North Am* 1997; 28(1) : 125–32.
- [9] Burkhart SS. Arthroscopic treatment of massive rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 390 : 107–18.
- [10] Burkhart SS, Athanasiou KA, Wirth MA. Margin convergence : a method of reducing strain in massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1996; 12(3) : 335–8.
- [11] Burns JP, Snyder SJ. Arthroscopic rotator cuff repair in patients younger than fifty years of age. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17(1) : 90–6.
- [12] Cho NS, Lee BG, Rhee YG. Arthroscopic rotator cuff repair using a suture bridge technique : is the repair integrity actually maintained? *Am J Sports Med* 2011; [à paraître].
- [13] Cho NS, Yi JW, Rhee YG. Arthroscopic biceps augmentation for avoiding undue tension in repair of massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2009; 25(2) : 183–91.
- [14] Cole BJ, El Attrache NS, Anbari A. Arthroscopic rotator cuff repairs : an anatomic and biomechanical rationale for different suture-anchor repair configurations. *Arthroscopy* 2007; 23(6) : 662–9.
- [15] Cordasco FA, Bigliani LU. The rotator cuff. Large and massive tears. Technique of open repair. *Orthop Clin North Am* 1997; 28(2) : 179–93.
- [16] DeOrio JK, Cofield RH. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66(4) : 563–7.
- [17] Domb BG, Glousman RE, Brooks A, Hansen M, Lee TQ, El Attrache NS. High-tension double-row footprint repair compared with reduced-tension single-row repair for massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90(Suppl. 4) : 35–9.
- [18] Flurin PH, Landreau P, Gregory T, Boileau P, Brassart N, Courage O, et al. Arthroscopic repair of full-thickness cuff tears : a multicentric retrospective study of 576 cases with anatomical assessment. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 2005; 91(S8) : 31–42.
- [19] Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff : assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8(6) : 599–605.
- [20] Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86A(2) : 219–24.
- [21] Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82(4) : 505–15.
- [22] Gerber C, Wirth SH, Farshad M. Treatment options for massive rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20 (Suppl. 2) : S20–9.
- [23] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 304 : 78–83.
- [24] Hertel R, Ballmer FT, Lombert SM, Gerber C. Lag signs in the diagnosis of rotator cuff rupture. *J Shoulder Elbow Surg* 1996; 5(4) : 307–13.
- [25] Jones CK, Savoie III FH. Arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2003; 19(6) : 564–71.
- [26] Jost B, Zumstein M, Pfirrmann CW, Gerber C. Long-term outcome after structural failure of rotator cuff repairs. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(3) : 472–9.
- [27] Kasper JC, Itamura JM, Tibone JE, Levin SL, Stevanovic MV. Human cadaveric study of subscapularis muscle innervation and guidelines to prevent denervation. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17(4) : 659–62.
- [28] Kim DH, El Attrache NS, Tibone JE, Jun BJ, DeLaMora SN, Kvitne RS, et al. Biomechanical comparison of a single-row versus double-row suture anchor technique for rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2006; 34(3) : 407–14.
- [29] Kuhn JE, Dunn WR, Ma B, Wright RW, Jones G, Spencer EE, et al. Interobserver agreement in the classification of rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2007; 35(3) : 437–41.
- [30] Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobeze R. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(6) : 1184–93.
- [31] Lo IK, Burkhart SS. Arthroscopic repair of massive, contracted, immobile rotator cuff tears using single and double interval slides : technique and preliminary results. *Arthroscopy* 2004; 20(1) : 22–33.
- [32] Nho SJ, Slabaugh MA, Seroyer ST, Grumet RC, Wilson JB, Verma NN, et al. Does the literature support double-row suture anchor fixation for arthroscopic rotator cuff repair? A systematic review comparing double-row and single-row suture anchor configuration. *Arthroscopy* 2009; 25(11) : 1319–28.
- [33] Park JY, Lhee SH, Choi JH, Park HK, Yu JW, Seo JB. Comparison of the clinical outcomes of single- and double-row repairs in rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2008; 36(7) : 1310–6.
- [34] Park MC, El Attrache NS, Tibone JE, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TQ, et al. Footprint contact characteristics for a transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(4) : 461–8.
- [35] Park MC, Tibone JE, El Attrache NS, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TQ. Part II : Biomechanical assessment for a footprint-restoring transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared

- with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(4) : 469–76.
- [36] Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 254 : 81–6.
- [37] Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(5) : 953–60.
- [38] Tauro JC. Arthroscopic «interval slide» in the repair of large rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1999; 15(5) : 527–30.
- [39] Thomazeau H, Gleyze P, Lafosse L, Walch G, Kelberine F, Coudane H. Arthroscopic assessment of full-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2000; 16(4) : 367–72.
- [40] Walch G, Boulahia A, Calderone S, Robinson AH. The «dropping» and «hornblower's» signs in evaluation of rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80(4) : 624–8.
- [41] Walch G, Edwards TB, Boulahia A, Nove-Josserand L, Neyton L, Szabo I. Arthroscopic tenotomy of the long head of the biceps in the treatment of rotator cuff tears : clinical and radiographic results of 307 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14(3) : 238–46.
- [42] Warner JP, Krushell RJ, Masquelet A, Gerber C. Anatomy and relationships of the suprascapular nerve : anatomical constraints to mobilization of the supraspinatus and infraspinatus muscles in the management of massive rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 1992; 74(1) : 36–45.
- [43] Warrender WJ, Brown OL, Abboud JA. Outcomes of arthroscopic rotator cuff repairs in obese patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; [à paraître].
- [44] Yoo JC, Ahn JH, Koh KH, Lim KS. Rotator cuff integrity after arthroscopic repair for large tears with less-than-optimal footprint coverage. *Arthroscopy* 2009; 25(10) : 1093–100.
- [45] Zilber S, Carillon Y, Lapner PC, Walch G, Nove-Josserand L. Infraspinatus delamination does not affect supraspinatus tear repair. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 458 : 63–9.

Ruptures irréparables : le traitement palliatif

O. GOSSELIN¹, D. MOLÉ²

RÉSUMÉ

Les traitements palliatifs, avec comme chef de file l'acromioplastie décompressive, ont connu un développement et un engouement croissants au cours des années 1980 allant de pair avec le développement de l'arthroscopie et un accroissement de la prise en charge des patients présentant des pathologies de la coiffe des rotateurs. Cet engouement probablement excessif et la simplicité apparente de cette intervention ont propulsé l'acromioplastie sous arthroscopie au premier rang des procédures concernant la chirurgie de l'épaule. Comme tout traitement proposé de manière excessive et parfois trop systématique, cela a conduit à certains résultats insuffisants et à un recul des indications depuis une dizaine d'années au profit des techniques de réparation, y compris de certaines ruptures autrefois jugées irréparables. Il faut toutefois garder à l'esprit que ces techniques palliatives ont un recul de plus de 25 ans et que la chirurgie réparatrice n'est pas exempte non plus d'interrogations, notamment à la lumière de résultats concernant la cicatrisation tendineuse encore insuffisants. Des questions légitimes se posent concernant la place de ces traitements palliatifs non réparateurs. Nous proposons, après avoir essayé de définir ce que l'on peut considérer comme étant actuellement une coiffe non réparable, d'en préciser les indications et surtout les contre-indications à respecter. Nous décrirons ensuite les différents gestes palliatifs réalisables (acromioplastie et ténotomie du biceps en particulier) et discuterons leurs résultats à moyen et à long termes. Ainsi, ce n'est qu'au prix d'une analyse précise clinique et radiologique et en respectant des indications opératoires plus strictes qu'il est possible de proposer ce type de traitement palliatif.

Mots clés : Acromioplastie. – Rupture de la coiffe des rotateurs. – Ténotomie du biceps.

ABSTRACT – IRREPARABLE CUFF TEARS: PALLIATIVE TREATMENT

Conservative treatment of rotator cuff tears, mainly based on isolated subacromial decompression (SAD) arised 30 years ago with the development of arthroscopy. A few year later, the simplicity of the procedure and its efficiency contributed to make SAD the most popular and frequent surgical treatment in shoulder pathology. Later on, care was brought on the role of the long head of the biceps tendon, and the biceps tenotomy was described as an useful complement of SAD in the treatment of subacromial syndrom due to rotator cuff rupture. 20 years ago, arthroscopic repair of cuff tears has been described and was progressively preferred to isolated SAD in the management of these lesions. Today, we could ask ourselves if we are not as excessive with cuff repair as we were 30 years ago with simple decompression when we look at the number of performed cuff repair and the quality of their anatomic results. Conservative treatment has a more than 25 years follow-up and could keep a place. The aim of this article is to try to define the limits of reparability and the indications of conservative treatment; the decompression procedure will be described as well as its mid and long term results, considering that all the cuff ruptures do not have to be repaired and that a place must be found to isolated SAD which can provide early and reliable results.

Key words: Acromioplasty. – Cuff tear. – Biceps tenotomy.

¹Clinique Claude-Bernard, 97, rue Claude-Bernard, 57070 Metz, France.

²Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite, 54000 Nancy, France.

Introduction

La prise en charge chirurgicale des pathologies de la coiffe des rotateurs a connu, depuis le milieu des années 1970, un développement important en devenant une des interventions les plus pratiquées en chirurgie de l'épaule.

La compréhension des mécanismes physiopathologiques, des implications et du développement des techniques chirurgicales doit beaucoup à Neer [1]. Il individualisa la partie antéro-inférieure de l'acromion comme étant le siège des douleurs et introduisit le terme « d'impingement syndrome » ou conflit sous-acromial. À partir de cette analyse, il proposa une technique de décompression de l'espace sous-acromial pour supprimer ce conflit : l'acromioplastie qui condamne ainsi les autres techniques jusque-là proposées comme l'acromionectomie d'Armstrong [2].

L'acromioplastie à ciel ouvert selon Neer est devenue l'intervention de choix et s'est largement développée avec plusieurs publications faisant état des bons résultats [3–6]. C'est entre 1982–1983 que Ellman [7] propose sa réalisation sous arthroscopie. Les premiers résultats encourageants ainsi que l'essor de la chirurgie arthroscopique ont conduit à une large diffusion et à la popularisation de cette intervention, ainsi qu'à un élargissement parfois excessif de ses indications. Parallèlement, d'autres techniques chirurgicales palliatives, c'est-à-dire à visée antalgique, ont été proposées, associées ou non à l'acromioplastie, avec au premier rang la ténotomie (ou ténodèse) du biceps.

Les ruptures de la coiffe des rotateurs sont une cause fréquente de douleur et de gêne fonctionnelle au niveau de l'épaule. La chirurgie réparatrice, que ce soit à ciel ouvert ou sous arthroscopie, reste de mise en cas de lésion réparable. Cependant, certains patients présentent des lésions irréparables et sont en échec de traitement médical conservateur, laissant ainsi une place pour les traitements antalgiques palliatifs.

Toutefois, de nombreux points restent débattus et controversés concernant ces gestes palliatifs, surtout liés aux progrès des techniques de réparation sous arthroscopie tendant à relayer les techniques palliatives (dont l'acromioplastie) au second plan. Ainsi, il apparaît légitime en 2011 de préciser quelle place peut être conservée par ces techniques palliatives dans l'arsenal thérapeutique en cas de rupture jugée irréparable. Les questions encore débattues concernent également le devenir à long terme des patients et la stabilité des résultats (plus de 10 ans), les éventuels risques évolutifs arthrosiques ou d'extension des lésions, la place des différents gestes associés (acromioplastie isolée, débridement des lésions tendineuses, ténotomie

ou ténodèse du biceps, résection acromio-claviculaire, tubéropoplastie) dans l'arsenal thérapeutique à notre disposition.

Concernant le traitement des ruptures irréparables, nous ne détaillerons ci-dessous que les techniques dites palliatives dont le but est antalgique (nous excluons les techniques de réparation partielle, de lambeau).

Définitions et généralités

Ruptures irréparables

Ce terme apparaît comme simple mais il mérite certaines précisions et sa définition n'est pas univoque ni aisée. Ainsi, sont souvent confondus les termes de ruptures massives, rétractées, irréparables, dépassées, dégénératives. Le terme d'irréparable, bien que parfois difficile à définir, est probablement à privilégier car il prend en compte plusieurs notions que nous allons détailler.

En premier lieu, il faut prendre en compte des critères de taille, de rétraction, d'atrophie musculaire ou de dégénérescence graisseuse pour définir le caractère irréparable d'une lésion. À ces premiers critères, il convient d'ajouter une évaluation du terrain (âge, doléances fonctionnelles, etc.), ainsi que des critères radiographiques (ou d'imagerie) et des connaissances physiologiques concernant la cicatrisation tendineuse. Il est important de garder à l'esprit que dans la littérature sont rapportés des taux de re-rupture (ou de non-cicatrisation ?) entre 30 et 70 % lors de la réparation de rupture massive [8–10]. Il est donc important d'introduire des notions de potentiel de cicatrisation des lésions avant de décider d'une réparation, et de se poser la question suivante : pourquoi suturer ou réinsérer une coiffe qui n'a aucune chance de cicatriser ? On se trouve alors à la frontière des notions de rupture irréparable et de rupture « non cicatrisable ». Ainsi, on peut scinder artificiellement en deux groupes de facteurs permettant de définir le caractère irréparable d'une rupture. Un premier groupe de facteur d'irréparabilité d'une lésion serait d'ordre technique : taille de la rupture, degré de rétraction, nombre de tendon inclus. Le second groupe de facteur serait plus d'ordre biologique et physiologique : motivation du patient (état général dégradé), amyotrophie et dégénérescence musculaire, rôle du tabagisme dont on sait maintenant qu'il compromet gravement les chances de cicatrisation tendineuse. Il est très important d'évaluer conjointement ces deux groupes afin de poser la bonne indication chirurgicale s'adressant au bon patient.

Concernant des critères techniques purs, souvent empruntés à la chirurgie à ciel ouvert, une rupture est

considérée comme irréparable [11] si le moignon tendineux siège à l'aplomb (ou au-delà) du sommet de la tête humérale, ce qui rend une fois les tissus pathologiques excisés impossible une réinsertion anatomique (c'est-à-dire sur le tubercule majeur) et sans tension. Cette première approche concernant la rétraction tendineuse est certes à prendre en compte, mais elle n'est probablement pas suffisante à elle seule pour définir ce caractère irréparable et apparaît trop restrictive. D'autres critères doivent être évalués pour déterminer le caractère irréparable d'une rupture. Les principaux critères nécessitant d'être évalués sont : la taille de la rupture, le nombre de tendons impliqués, le caractère plus ou moins rétracté, la trophicité musculaire et en particulier l'infiltration graisseuse [12], la souplesse des tissus (notion de réductibilité de la lésion) et, enfin, la qualité tissulaire qui conditionne la cicatrisation. Comme on le voit, nombre de ces critères sont subjectifs, à l'exception de l'infiltration et de la dégénérescence graisseuse qui demeurent un des seuls critères véritablement objectif permettant d'apprécier les chances de cicatrisation d'une réparation. Ainsi, concernant ces critères qualifiés de techniques pour juger de la réparabilité d'une lésion, il est admis par la majorité des auteurs que le simple critère de la taille n'est donc pas suffisant. Ce critère définit en fait plus le caractère massif de la lésion (intéressant au moins deux tendons et de plus de 5 cm dans son plus grand axe) que véritablement sa réparabilité. À ce stade, une notion importante doit être prise en compte : elle concerne la physiopathologie du tendon et les notions de cicatrisation tendineuse. Par extension, faut-il également considérer comme irréparable, ou plutôt comme ne devant pas être réparée, une rupture qui n'a pas ou peu de chance de cicatrifier ?

Il est indiscutable que la qualité tendineuse et le degré d'amyotrophie et de dégénérescence graisseuse selon la classification de Goutallier et Bernageau [12] jouent un rôle primordial. Il est important de savoir que cette dégénérescence musculaire est irréversible, même en cas de réparation anatomique, et qu'elle conditionne donc le résultat fonctionnel et anatomique.

La Haute autorité de santé (HAS), dans ces recommandations de mars 2008 [13], ne définit pas le terme de rupture irréparable mais parle de lésion non accessible à une réparation directe. La définition de ces lésions est simple : lésion non réductible sans tension ou avec une dégénérescence graisseuse supérieure à un stade 2. Comme on le voit, cette définition apparaît toutefois assez floue et vaste puisque le caractère de « réductibilité sans tension » est à l'appréciation de l'opérateur. De plus, un stade de dégénérescence à partir du stade deux est considéré comme entrant dans

cette définition, ce qui élargit alors considérablement les indications de ce traitement.

Au vu de ces constatations, il apparaît difficile de définir un cadre nosologique très précis fixant le caractère irréparable d'une rupture. Il nous apparaît en revanche possible d'approcher cette définition en prenant en compte plusieurs critères pour définir une lésion irréparable. Nous proposons de retenir comme définissant une rupture irréparable non seulement des critères de taille (au moins deux tendons rompus), de trophicité (coiffe irréductible après débridement et libération arthroscopique ou chirurgicale), mais également une dégénérescence graisseuse d'un stade supérieur ou égal à trois. Nous avons conscience du caractère quelque peu arbitraire de ces critères, d'autant plus qu'ils sont susceptibles d'évoluer dans le temps et avec certains progrès techniques, notamment les travaux actuels sur les facteurs de croissance (plasma enrichi en plaquettes et autres procédés apportant des facteurs de croissance) et les travaux d'ingénierie tissulaire (coiffes synthétiques, renforts, matrice collagène).

Bilan préopératoire : terrain, examen clinique et examens complémentaires

L'examen clinique et l'interrogatoire du patient évaluent non seulement la fonction de son épaule mais également son état général, le contexte socio-économique et de ses demandes fonctionnelles. Il faut également préciser quels ont été les traitements précédemment entrepris et leur efficacité.

Nous n'insisterons pas sur les détails de l'examen clinique mais il est important d'apporter quelques précisions. Il est en premier lieu indispensable d'éliminer par l'examen clinique toute épaule raide, c'est-à-dire avec une limitation préopératoire des amplitudes passives. Il faut également éliminer les épaules dites pseudo-paralytiques, c'est-à-dire avec des amplitudes passives normales mais avec une forte limitation des amplitudes actives. Ces deux tableaux cliniques sont des contre-indications au traitement palliatif chirurgical (figures 1 et 2).

Concernant les examens complémentaires, il est indispensable de disposer d'un bilan radiographique standard de l'épaule de face stricte en rotation neutre et de profil. Ce bilan simple, et souvent suffisant, permet de mesurer la hauteur de l'espace sous-acromial, d'évaluer la forme de l'acromion et son débord antérieur. Bigliani et Morisson [14] ont défini sur une radiographie de profil trois types d'acromion. Le type 1 correspond à un acromion plat, le type 2 à un



Figure 1. Patient de 76 ans présentant une épaule pseudoparalytique. a, b. Déficit en élévation antérieure et en rotation externe active. c, d. Pas de déficit passif en élévation ni en rotation externe.

acromion courbe régulier et enfin le type 3 à un acromion crochu. Il existe une corrélation significative entre la survenue d'une rupture transfixiante et les acromions de types 2 et 3 ainsi qu'une augmentation de la fréquence des acromions de type 3 avec l'âge des patients. Ce bilan radiographique permet également de mesurer (sur un cliché radiographique de face stricte en rotation neutre) la hauteur de l'espace sous-acromial (ESA). Ainsi, un espace sous-acromial inférieur à 5 mm est fortement corrélé à une rupture massive de la coiffe des rotateurs. Ce bilan radiographique standard de base et systématique permet

également d'éliminer d'autres causes d'épaule douloureuse et en particulier d'évaluer l'état arthrosique de cette articulation. Ce simple bilan radiographique est parfois suffisant pour poser un diagnostic et permettre de définir la stratégie thérapeutique sans multiplier les examens complémentaires coûteux et parfois inutiles. Il est toutefois souvent souhaitable d'avoir une évaluation précise des lésions tendineuses et elles seront évaluées non seulement par l'examen clinique mais également par des examens complémentaires au choix de l'opérateur (arthroscanner, IRM, arthro-IRM, échographie).



Figure 2. Patient de 66 ans, pas de déficit fonctionnel, avec des douleurs depuis 1 an. Bilan d'imagerie montrant une rupture massive irréparable. a, b, c. Pas de déficit en élévation ni en rotation interne ou externe. d, E. Arthroscanner avec rupture rétractée à la glène du supraépineux, de l'infraépineux et du teres minor.

Cette évaluation rigoureuse à la fois clinique et para-clinique permet de définir le caractère irréparable de la lésion et permet également de définir avec le patient les objectifs du traitement et les résultats attendus.

Traitements médicaux et conservateurs

Le traitement médical et fonctionnel adapté, prolongé et bien conduit, constitue la première étape thérapeutique indispensable dans la prise en charge des ruptures irréparables de la coiffe des rotateurs. La HAS a émis plusieurs communiqués et recommandations en mars 2008 [13] pour codifier et préciser ce traitement. Ainsi, dans la prise en charge chirurgicale des tendinopathies rompues de la coiffe des rotateurs de l'épaule chez l'adulte (que la coiffe soit réparable ou non, c'est-à-dire sans critère de taille), le traitement chirurgical non réparateur (palliatif) ou réparateur est à discuter après échec des traitements conservateurs.

Dans les traitements conservateurs, la mise au repos et la suppression des activités favorisant ou déclenchant les douleurs sont indispensables. L'association aux traitements médicaux classiques comme les antalgiques de palier adapté et les anti-inflammatoires non stéroïdiens est souvent la règle. Le recours en cas de crise douloureuse intense aux corticoïdes *per os* en courte cure est possible.

Il est possible également d'associer à ces traitements médicaux des traitements infiltratifs de corticoïdes associés ou non à un anesthésique local. La réalisation de ces infiltrations nécessite des conditions d'asepsie stricte, une technique rigoureuse et un praticien entraîné et habitué à ce geste. Certaines contre-indications doivent être respectées; le diabète (pathologie fréquente chez les patients âgés) ne constitue pas une contre-indication absolue, mais il faut savoir que l'équilibre glycémique sera perturbé par les corticoïdes et nécessite une surveillance accrue. Le recours aux infiltrations radio-guidées est possible pour infiltrer sélectivement et avec plus de sécurité certains sites (articulation acromio-claviculaire et articulation gléno-humérale en particulier). Divers sites d'infiltration sont possibles au niveau de l'épaule. Il est possible d'infiltrer : l'espace sous-acromial, l'articulation acromio-claviculaire, l'articulation gléno-humérale. Le lieu de l'infiltration dépend de l'analyse clinique et paraclinique qui est faite concernant les sites douloureux. Il est possible d'infiltrer de façon séquentielle plusieurs sites pour avoir une bonne efficacité antalgique. Enfin, concernant le nombre d'infiltrations dans le cadre des ruptures irréparables, leur nombre doit être raisonnable et il est admis qu'au-delà

de deux infiltrations inefficaces ou si la durée d'action est faible (quelques jours), il est illusoire d'obtenir un bénéfice durable avec ce type de traitement.

En cas de douleur, une immobilisation stricte n'est pas recommandée car elle risque d'enraidir l'épaule et il convient de privilégier des exercices d'autorééducation et d'entretien des amplitudes articulaires, y compris en phase douloureuse. Le recours aux techniques de rééducation et de masso-kinésithérapie est également possible. En 2001, l'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (ANAES) a émis des recommandations et des références professionnelles pour la prise en charge de la pathologie non opérée de la coiffe des rotateurs [15]. Elle préconise après un bilan initial de la fonction de l'épaule, d'utiliser des techniques antalgiques, articulaires, musculaires et de reprogrammation neuro-musculaire. Les techniques de mobilisations passives, de mobilisations spécifiques, de « tenu-relâché », d'autoétirement, sont recommandées en cas de limitation des amplitudes. Il est recommandé d'inclure dans ce protocole des techniques de renforcement musculaire et plus particulièrement des muscles rotateurs et stabilisateurs de l'épaule. Enfin, en cas de persistance de la gêne dans certains domaines, par exemple professionnel, une adaptation du geste et de l'activité professionnelle est souhaitable.

Concernant la durée de ces traitements conservateurs, il n'est pas fait explicitement état d'une durée minimale concernant ces traitements avant d'opter pour le traitement chirurgical. Néanmoins, une durée minimale d'évolution douloureuse avec échec des traitements conservateurs pendant plus de 6 mois avec un traitement bien conduit semble une limite acceptable et communément admise.

Traitements palliatifs : définition, objectifs

Par traitement palliatif, on entend l'ensemble des traitements chirurgicaux non réparateurs, c'est-à-dire excluant les techniques de réinsertion ou de suture tendineuse (partielle ou complète réalisée à ciel ouvert ou arthroscopie), les techniques de lambeau ou d'avancement myotendineux, et enfin les arthroplasties (prothèse inversée dans le cadre des ruptures de coiffe des rotateurs).

Parmi ces traitements, on retrouve les gestes arthroscopiques : acromioplastie, débridement tendineux, bursectomie, résection du ligament acromio-coracoïdien, résection acromio-claviculaire partielle (*coplaning*) ou complète, ténotomie et ténodèse du chef long du biceps brachial, tubéropastie (*reversed subacromial decompression*). Ces différents gestes peuvent être isolés, mais sont le plus souvent associés.

Le but du traitement palliatif est simple et unique : soulager les douleurs présentées par le patient. Il s'agit là de l'objectif exclusif de ce traitement, il ne s'agit donc pas de redonner une fonction (mobilité) ou de la force au patient. Il est fréquemment rapporté dans certaines études une amélioration de la fonction globale (mobilité) après ce type de traitement. Il faut garder à l'esprit que cette amélioration est souvent modeste et probablement liée au gain sur la douleur, permettant ainsi une amélioration de la fonction globale de l'épaule et donc de la mobilité. Il est ainsi illusoire d'envisager en cas de forte limitation des amplitudes actives dans le cadre d'une épaule pseudo-paralytique de redonner une fonction correcte après ce type de geste palliatif.

L'objectif de ce traitement est la suppression des causes identifiables et génératrices de douleur lors d'une rupture de la coiffe des rotateurs. L'origine des douleurs chez les patients présentant une lésion de la coiffe des rotateurs n'est pas clairement identifiée. Ainsi, en se basant sur les études de prévalence des ruptures transfixiantes, un taux proche de 20 % est retrouvé chez les patients de 60 ans [16]. Pour autant, toutes les ruptures ne sont pas symptomatiques et la majorité sont bien tolérées sans retentissement fonctionnel. Un petit nombre de ces ruptures deviennent symptomatiques avec comme maître symptôme l'apparition de douleurs souvent insomniantes. L'origine physiopathologique des douleurs est probablement multifactorielle. Des études histologiques montrent qu'il existe des récepteurs nociceptifs au sein de la bourse sous-acromiale et au niveau tendineux. Ainsi, il est reconnu comme pouvant être à l'origine des douleurs quatre structures : la voûte et la bourse sous-acromiale à sa partie antéro-inférieure (zone décrite comme définissant le conflit sous-acromial selon Neer), les berges et reliquats tendineux au niveau de la rupture, l'articulation acromio-claviculaire et, enfin, le tendon du chef long du biceps brachial.

L'indication du traitement palliatif doit toujours être posée après une analyse clinique et paraclinique méticuleuse de la situation et de la demande du patient, et il convient dès le début d'en fixer les limites avec le patient lors de la consultation sinon celui-ci risquerait d'être déçu du résultat.

Technique

Généralités, installation, matériel

Si l'on suit les recommandations de l'HAS [13], il est recommandé de réaliser ces gestes palliatifs (l'HAS parle de geste de chirurgie non réparatrice) sous arthro-

scopie. Il apparaît donc aujourd'hui que, dans cette indication, et en suivant ces recommandations, en cas de rupture irréparable, les techniques de décompression à ciel ouvert n'ont plus lieu d'être et ne seront donc pas décrites.

La réalisation des gestes palliatifs sous arthroscopie s'effectue au bloc opératoire le plus souvent lors d'une courte hospitalisation ou en chirurgie ambulatoire si les conditions légales sont réunies. En ce qui concerne l'anesthésie, toutes les techniques sont applicables de l'anesthésie générale isolée, en passant par les techniques d'anesthésie locorégionale pures (bloc interscalénique ou supraclaviculaire), ou le plus souvent des techniques combinées d'anesthésie locorégionale associée à une courte anesthésie générale. Il est important de souligner la nécessité d'obtenir une hypotension relative (tension artérielle systolique inférieure à 120 mmHg), car l'espace de travail sous-acromial est un espace virtuel créé par la pression délivrée par le système d'irrigation et la bursectomie. La résection des tissus inflammatoires et une tension élevée risquent de donner un saignement dans cet espace limitant ainsi la vision, et rendant plus difficiles le repérage des éléments anatomiques et la réalisation des gestes souhaités. Il est important d'obtenir cette légère hypotension et surtout un bon contrôle des chiffres tensionnels en collaboration avec nos collègues anesthésistes surtout chez des patients souvent âgés, fragiles, hypertendus et avec des traitements plus ou moins lourds. L'utilisation de sérum adrénaliné dans le liquide de lavage arthroscopique ne semble pas être à lui seul une mesure suffisante pour obtenir des conditions de travail acceptable en cas d'hypertension. De plus, un risque de passage systémique d'adrénaline est possible ce qui est risqué chez les patients cardiaques. Pour certains anesthésistes, chez un patient fragile, la position demi-assise (*beach chair*) est problématique pour le contrôle tensionnel, voire contre-indiquée. Comme on le voit, il apparaît donc important d'avoir une bonne coordination entre l'équipe chirurgicale et anesthésique, pour que les conditions de travail du chirurgien soient bonnes et dans le respect des règles de sécurité.

Concernant l'installation, tous les gestes palliatifs décrits ci-dessous peuvent être réalisés quelle que soit l'installation choisie, que ce soit en décubitus latéral ou en position demi-assise (*beach chair*). Pour ce qui est du matériel, celui-ci est tout à fait classique ; Il comporte un système d'optique et une caméra adaptée, du matériel vidéo (éventuellement un système d'enregistrement et de capture d'image), une source de lumière froide, un système de couteau motorisé (*shaver*) sur lequel s'adaptent différents résecteurs ou fraises motorisées. Il faut également un système d'irrigation et

d'aspiration des fluides, et il est recommandé pour avoir un meilleur contrôle de la pression dans l'espace sous-acromial et un meilleur confort de travail d'utiliser une arthropompe. Il est également possible d'utiliser des systèmes de bistouris électriques fonctionnant en milieu liquide de sérum physiologique permettant une vaporisation des tissus inflammatoires et une hémostase parfois utile pour limiter les saignements peropératoires et améliorer le confort opératoire.

Avant de débiter, les différents repères anatomiques cutanés sont identifiés et éventuellement dessinés au feutre dermographique : acromion et son bord externe et antérieur, la clavicule et l'apophyse coracoïde. Il est également possible de repérer à l'aide de deux aiguilles les limites antérieures et médiales de l'acromion.

L'arthroscopie débute de manière classique avec l'introduction de l'arthroscope par voie postérieure (point d'entrée au *soft point*). En présence d'une rupture massive, l'exploration débute généralement directement dans l'espace sous-acromial. Une deuxième voie d'abord instrumentale est nécessaire pour introduire en utilisant en général une canule. Cette voie instrumentale est en général antéro-externe, siège parallèlement au bord externe de l'acromion, deux ou trois travers de doigt en externe. Un bilan et une exploration complète de l'articulation sont effectués, permettant la confirmation du caractère irréparable de la rupture. Lors de cette première exploration et pour effectuer le bilan des lésions, il est nécessaire de réaliser une bursectomie et un débriement des lésions tendineuses au niveau de la rupture, ce qui constitue les premières étapes du traitement.

Technique de l'acromioplastie sous arthroscopie

Une fois confirmée l'indication d'acromioplastie, il faut repérer la face inférieure de l'acromion et son bord externe. En longeant son bord externe, on arrive sur l'angle antéro-externe de l'acromion et sur l'insertion du ligament acromio-coracoïdien (LAC) qui constitue un repère important. Le LAC doit non seulement être détaché mais réséqué sur quelques millimètres au niveau de son insertion sur l'acromion. Il est possible également d'utiliser directement comme repère le LAC pour retrouver l'acromion. Toutefois, l'insertion du LAC est variable et peut être très médiale ou au contraire plus externe par rapport au bord antéro-externe de l'acromion.

L'objectif de l'acromioplastie est de transformer un acromion courbe ou crochu et/ou débordant en un acromion plat non débordant permettant d'obtenir ainsi une surface plane et régulière limitant les frottements et réalisant une décompression de l'espace sous-acromial. La « quantité » à réséquer dépendant donc

du type d'acromion (selon la classification de Bigliani et Morisson [14]) et du débord présent sur les clichés radiographiques préopératoires.

La résection s'effectue en général à l'aide d'une fraise motorisée et peut être effectuée le plus communément par la voie instrumentale antéro-latérale, l'optique étant laissé en postérieur. Il faut débiter la résection au bord antéro-inférieur, il est utile de marquer à la fraise motorisée la limite postérieure de l'acromioplastie afin de ne pas trop réséquer d'acromion. La résection progresse ensuite médialement jusqu'au versant acromial de l'articulation acromio-claviculaire. Il faut vérifier le caractère régulier et plat de l'acromioplastie en utilisant un instrument droit (crochet, couteau du shaver, etc.), éventuellement en croisant les voies. Il est également possible d'inverser les voies pour réaliser l'acromioplastie, l'optique étant en position latérale et la résection s'effectuant d'arrière en avant. L'intervention se termine par un nettoyage de l'espace sous-acromial avec en particulier l'aspiration de tous les débris osseux, la fermeture cutanée et la réalisation d'un pansement absorbant (figure 3).

Un cas particulier : l'acromion bipartite ou os acromial. L'acromion est le siège de plusieurs points d'ossification qui fusionnent pendant la croissance. Un défaut de fusion au-delà de 22 ans témoigne de la présence d'un os acromial ou acromion bipartite. Ce défaut de fusion peut être plus ou moins important formant ainsi une pièce squelettique indépendante : l'os acromial. La résection d'un os acromial conflictuel est toujours à risque car elle peut entraîner une désinsertion importante du deltoïde avec un risque de perte de fonction de celui-ci par un effet de détente musculaire, diminuant ainsi son bras de levier. Il faut donc être prudent si on réalise une acromioplastie sur os acromial, et il est recommandé d'être économe sur la résection et surtout de garder une continuité périostée avec l'insertion musculaire du deltoïde.

Dans la classification commune des actes médicaux (CCAM) le geste d'acromioplastie sous arthroscopie fait l'objet d'une tarification et d'un code : MEMC 003.

Autres gestes palliatifs

Ténotomie ou ténodèse du chef long du biceps brachial

La ténotomie du chef long du biceps brachial sous arthroscopie est un geste aisé qui se réalise sous arthroscopie soit à l'aide d'une pince, d'un ciseau arthroscopie ou d'un système de section électrique. En général, la ténotomie s'effectue au ras de la glène, ce qui permet un effet de détente du biceps qui vient se caler dans la gouttière du biceps.

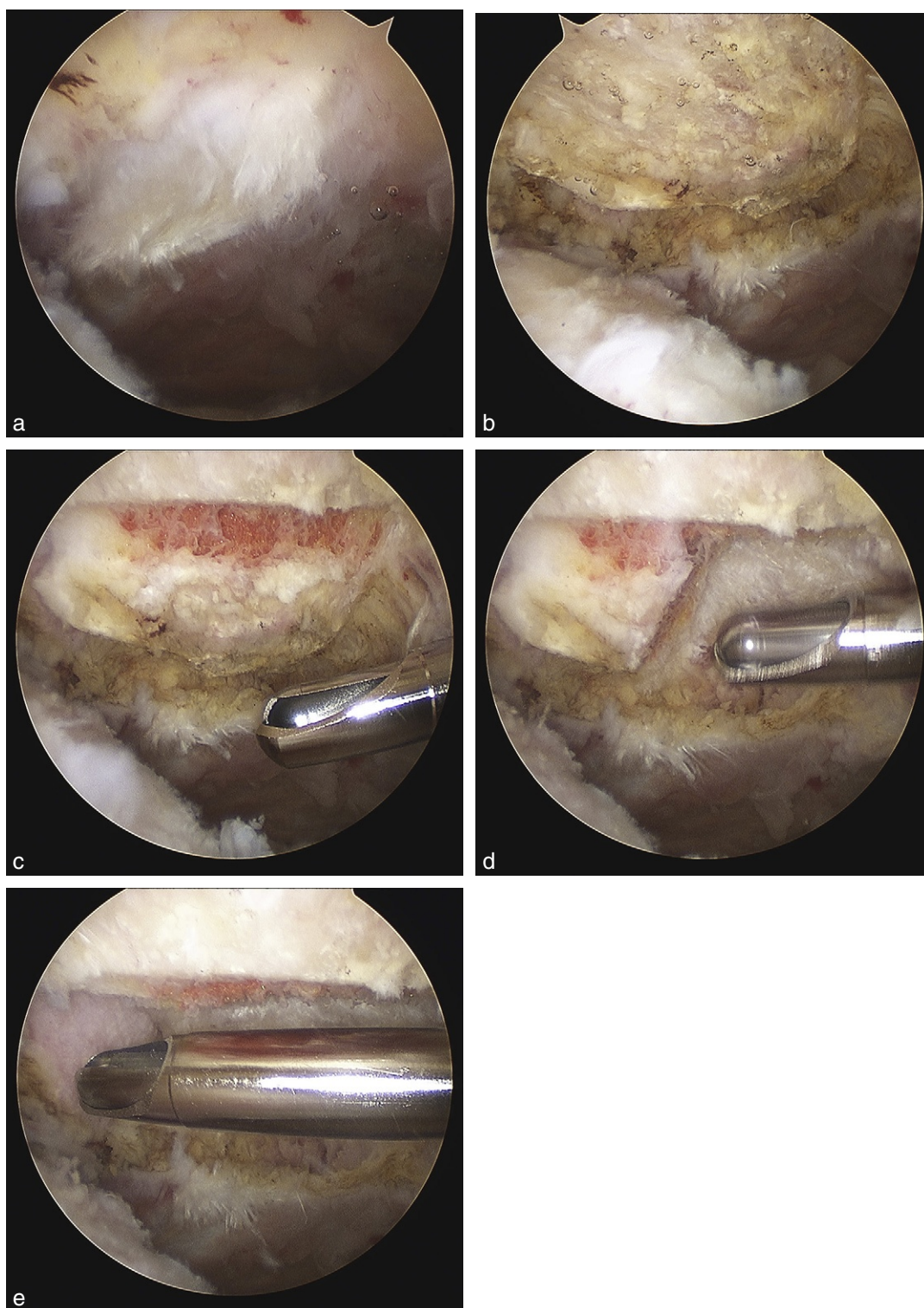


Figure 3. Étapes de la réalisation d'une acromioplastie arthroscopique. a. Conflit sous-acromial. b. Nettoyage et repérage de l'acromion. c. Repérage de la limite de résection. d. Début de l'acromioplastie. e. Acromion plat.

Il existe un cas particulier où le biceps présente une hypertrophie intra-articulaire occasionnant des douleurs et une limitation de l'élévation antérieure : le biceps en sablier décrit par Boileau et al. [17]. La reconnaissance de cette entité pathologique du biceps s'effectue par un test dynamique peropératoire consistant à reproduire le phénomène de blocage intra-articulaire du biceps qui est piégé dans l'articulation. Il faut alors après avoir reconnu cette pathologie, si on réalise une ténotomie du biceps faire une véritable ténotomie bipolaire pour retirer en totalité la portion hypertrophique intra-articulaire. En effet, si on réalise la ténotomie de manière classique au raz de la glène en laissant la portion intra-articulaire, alors les phénomènes douloureux et le blocage persistent (figure 4).

Concernant les gestes de ténodèse du biceps, c'est-à-dire la fixation du biceps dans la gouttière, plusieurs techniques existent. Il est possible de réaliser ce geste soit à ciel ouvert soit sous arthroscopie. Concernant les ténodèses à ciel ouvert, de nombreuses techniques existent après avoir réalisé un abord deltopectoral, et consistent en une fixation transosseuse ou dans une logette au niveau de la gouttière bicipitale [18].

Lors de sa réalisation sous arthroscopie, dans le cadre du traitement palliatif des ruptures irréparables, ce geste comporte trois temps : la fixation du biceps, la section du biceps puis la résection de la portion intra-articulaire. Les trois principales techniques de fixation sont : la fixation du biceps dans la gouttière (ou à son sommet) par ancre, la fixation à l'aide de vis (résorbables ou non) dans la gouttière et enfin des techniques percutanées de fixation transtendineuse intra-articulaire décrite par Sekiya et al. [19]. Enfin,

une technique de ténodèse avec transfert du chef long du biceps au niveau de la coracoïde est également décrite par Gilcreest et al. [20]. Cette technique est peu développée en France et paraît critiquable dans le cadre des ruptures irréparables de la coiffe car réalisant un effet de transfert tendineux sur un tendon qui est très souvent pathologique.

Dans la classification commune des actes médicaux (CCAM), le geste de ténotomie ou ténodèse du chef long du biceps (avec résection de sa portion intra articulaire) sous arthroscopie fait l'objet d'une tarification et d'un code : MJCD 001. Le codage de la ténotomie ou ténodèse percutanée ou à ciel ouvert est : MJDA 001.

Débridement simple de l'espace sous-acromial ou bursectomie

Il s'agit simplement de pratiquer, à l'aide du *shaver*, la résection des reliquats tendineux et une bursectomie. Ce geste est nécessaire pour la bonne visualisation de l'espace sous-acromial et à la pratique des autres gestes mais il peut être également pratiqué isolément.

Dans la classification commune des actes médicaux (CCAM), le geste de débridement ou de bursectomie ne font pas l'objet d'une cotation spécifique. Certains, par amalgame, lui rapprochent le code de la synovectomie sous arthroscopie (MEFC 002) ou du nettoyage articulaire par arthroscopie (MJFC 001).

Résection acromioclaviculaire

L'articulation acromio-claviculaire est fréquemment le siège de remaniements arthrosiques, particulièrement chez les patients âgés présentant une rupture irrépara-

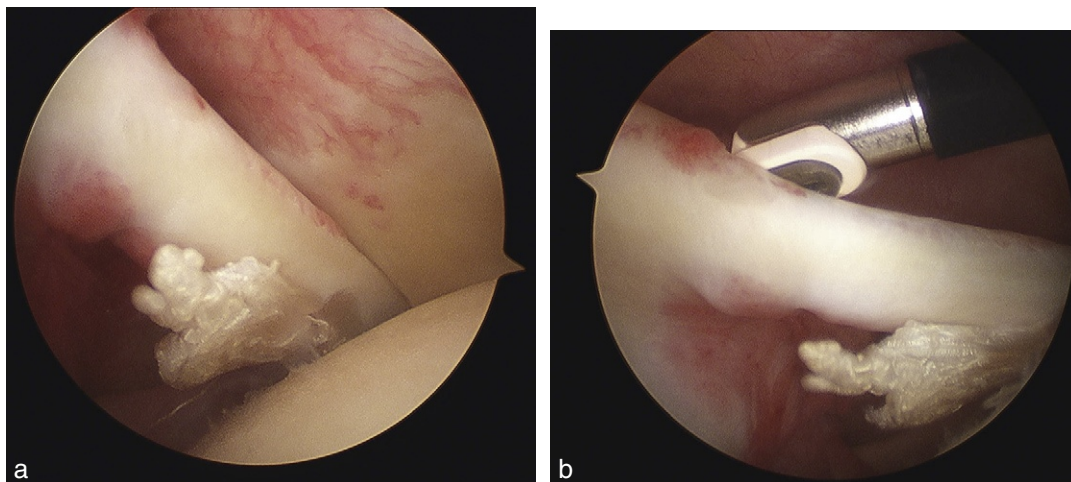


Figure 4. Lésion du biceps. a. Rupture partielle du biceps. b. Ténotomie du biceps à la glène.

ble de la coiffe des rotateurs. Cette région très proche de la zone du conflit sous-acromial décrit par Neer peut être responsable de douleurs et donc faire l'objet d'un traitement arthroscopique.

La procédure décrite initialement par Mumford en 1941 à ciel ouvert est maintenant couramment réalisée sous arthroscopie et peut comporter une simple abrasion des ostéophytes à la partie inférieure de la clavicule et de l'acromion, ou une véritable résection acromio-claviculaire. Certains recommandent l'utilisation de matériel spécifique comme des optiques à 70° ou des outils de petit calibre (2,7 mm). Ce matériel spécifique est justifié par certains par la difficulté d'accès et l'étroitesse de cette articulation ainsi que la mauvaise visualisation de la partie la plus postérieure de l'articulation. Il faut savoir que l'instrumentation classique, si l'on est attentif à ces deux pièges, permet également sans difficultés de réaliser ces différentes procédures.

Le repérage cutané ou éventuellement par des aiguilles de l'articulation est une aide précieuse, surtout en début d'expérience arthroscopique pour éviter des résections excessives, insuffisantes ou inadaptées.

La résection s'effectue à l'aide d'instruments motorisés (*shaver* avec différents types de fraises) soit par abord supérieur [21] des instruments de résection, soit par voie bursale inférieure qui a notre préférence. Cette abord inférieur permet en utilisant la voie postérieure classique pour l'optique, et par une voie antérieure instrumentale réaliser 3 à 4 cm à l'aplomb de l'interligne acromio-claviculaire de réaliser d'avant en arrière et de bas en haut une résection acromio-claviculaire complète. L'importance de la résection doit être précisée : il est recommandé par la majorité des auteurs [21–23] de réséquer 2 à 3 millimètres sur le versant acromial et d'avoir une résection de moins de 10 mm sur le versant claviculaire pour ne pas risquer de déstabiliser la clavicule.

Dans la classification commune des actes médicaux (CCAM), le geste de résection acromio-claviculaire isolé fait l'objet d'une tarification et d'un code : MEMC 001. Si cette résection acromio-claviculaire est associée à une acromioplastie, alors le code CCAM est : MEMC 005.

Une variante de la décompression de l'espace sous-acromial : la tubéroplastie (*reversed subacromial decompression*)

Il s'agit d'une technique peu développée et diffusée en France. Elle consiste à lever le conflit et à réaliser une décompression de l'espace sous-acromial en réséquant non pas la face acromiale mais la grosse tubé-

rosité (trochiter). La réalisation est très simple, elle consiste, après débridement de l'espace sous-acromial, bursectomie et régularisation des reliquats tendineux au niveau des berges de la rupture en une abrasion de la grosse tubérosité afin d'obtenir une surface osseuse arrondie et régulière épousant avec le moins d'aspérités possibles la voûte sous-acromiale qui ne fait l'objet d'aucun geste.

Cette technique a été initialement décrite par Fenlin et al. [24] à ciel ouvert et a été transposée sous arthroscopie [25, 26].

Il n'existe pas dans la nomenclature des actes CCAM en France de codification ou de tarification pour ce geste.

Discussion : indications et résultats de la littérature

Bien que réalisée depuis maintenant plus de 25 ans de manière routinière, l'acromioplastie décompressive et les autres traitements palliatifs sous arthroscopie soulèvent encore quelques points de débat. En premier lieu, cela concerne les indications mais également la stabilité des résultats dans le temps et l'absence de dégradation secondaire. En effet, le caractère antalgique de ces différentes procédures est communément admis et fait l'objet d'un large consensus.

Indications des gestes palliatifs

L'acromioplastie décompressive sous arthroscopie a connu depuis la publication des premiers résultats un développement important et probablement un élargissement parfois inconsideré des indications.

Ces différentes procédures chirurgicales palliatives comportent un certain nombre de contre-indications qu'il faut impérativement respecter sous peine de mauvais résultats, voire de dégradation fonctionnelle grave.

En premier lieu, il faut que la coiffe restante soit encore « fonctionnelle ». Nous entendons par fonctionnelle deux points importants : l'un clinique et l'autre radiographique. D'un point de vue clinique, une coiffe encore fonctionnelle (au moins partiellement) se traduit par des amplitudes actives conservées. Il existe certes des signes déficitaires (test de coiffe perturbés) mais cela exclut le tableau d'épaule pseudo-paralytique qui se traduit par une forte limitation des amplitudes actives. Il y a également fréquemment dans ce tableau une subluxation dynamique antérieure-supérieure de la tête humérale traduisant l'aspect totalement non fonctionnel de la coiffe restante, ne permettant pas une certaine stabilisation de

la tête humérale. Cette « instabilité » dynamique de la tête humérale conduit lors de l'élévation antérieure de l'épaule à un échappement de la tête humérale vers le haut et l'avant, occasionnant une détente du deltoïde, qui n'est plus suffisamment efficace pour réaliser ce geste. Ce tableau d'épaule pseudo-paralytique est une contre-indication absolue au traitement palliatif par acromioplastie qui, au contraire, risque d'aggraver le déficit fonctionnel et même, dans certains cas (en particulier en cas de résection excessive d'un os acromial), d'être néfaste y compris pour une chirurgie ultérieure comme par exemple la mise en place d'une prothèse d'épaule inversée.

Les autres contre-indications à ces procédures sont d'ordre radiologique. Il apparaît en effet qu'un espace sous-acromial très diminué (probablement inférieur à 3 ou 5 mm) constitue également un facteur péjoratif et, pour certains, une contre-indication. Le cas ultime de cette diminution de l'espace sous-acromial est constitué par un aspect d'olécranisation de l'acromion avec un contact étroit entre l'acromion et le trochiter. Enfin, les autres contre-indications d'ordre radiologique sont l'existence d'une omarthrose.

Une fois ces contre-indications éliminées de manière simple par l'examen clinique et un bilan radiographique, il est alors possible de proposer en toute sécurité ces différentes procédures. Ainsi, il est possible de définir le patient idéal : sujet de plus de 70 ans avec une faible demande fonctionnelle, présentant une symptomatologie exclusivement douloureuse (ce qui exclut les épaules raides ou pseudo-paralytiques) et une lésion irréparable telle que définie dans le chapitre précédent.

Comme indiqué plus haut, plusieurs gestes palliatifs sont possibles. Les deux gestes les plus communément réalisés sont l'acromioplastie et la ténotomie du biceps, de manière isolée ou le plus souvent associées. La multitude des gestes palliatifs possible réside dans l'origine plurifactorielle des phénomènes douloureux chez les patients présentant une rupture de la coiffe des rotateurs. Ainsi, le conflit sous-acromial n'est pas seul responsable des douleurs, la bourse sous-acromiale contient un grand nombre de nocicepteurs, l'articulation acromio-claviculaire est fréquemment remaniée et douloureuse. Enfin, la longue portion du biceps est quasi systématiquement pathologique et une cause de douleur, comme en témoigne l'expérience clinique que nous avons tous de certains patients qui, en présentant une rupture spontanée du biceps, sont soulagés de leurs douleurs. Ces patients réalisent de manière involontaire ce traitement palliatif de ténotomie du biceps et cette expérience clinique valide en quelque sorte la proposition thérapeutique chirurgicale.

Résultats de la littérature à moyen et à long termes

Si l'on veut juger des résultats et proposer à nos patients le meilleur traitement avec le plus de sécurité, il convient d'analyser de manière objective les résultats de la littérature. En premier lieu, il faut considérer les publications avec un recul minimum, ce qui permet d'éliminer certains effets de mode, les simples notes techniques concernant des variantes minimales d'une technique ancienne. Il nous semble acceptable de considérer qu'un recul d'au moins 3 ou 5 ans est nécessaire pour juger de ce type de résultats. En appliquant cette règle, très peu de publications sont analysables [27-37] ; de plus, il n'existe aucune publication sur des études prospectives randomisées comparatives des différentes techniques palliatives ou comparant les traitements palliatifs avec les autres traitements médicaux.

Plusieurs controverses et confusions demeurent malgré le fait que ces traitements aient plus de 25 ans de recul. Cela peut être lié au fait que plusieurs traitements palliatifs sont proposés et parfois associés. Les associations les plus fréquentes concernent les gestes d'acromioplastie et de ténotomie (parfois ténodèse) du chef long du biceps [27-29, 32-34]. À notre connaissance, seule la série publiée par Boileau et al. [30] évalue uniquement de manière assez homogène uniquement un geste palliatif isolé sur le chef long du biceps brachial (ténotomie ou ténodèse). Certaines publications associent tous ces gestes, acromioplastie, débridement, ténotomie du biceps, et résection acromio-claviculaire [38]. Il est alors difficile de tirer des conclusions claires sur l'efficacité de chaque geste et sur d'éventuelles recommandations.

Toutefois, après analyse de la littérature, deux techniques semblent actuellement pouvoir être proposées car disposant de résultats publiés avec suffisamment de recul : l'acromioplastie arthroscopique, la ténotomie (ou ténodèse) du biceps. Ces deux techniques peuvent être associées avec les autres gestes palliatifs ou entre elles.

Concernant la résection acromio-claviculaire isolée, aucune publication n'est disponible, rendant compte de son utilisation en cas de rupture irréparable. Il n'en demeure pas moins que cette articulation est fréquemment douloureuse, symptomatique et le siège de remaniements dégénératifs radiographiques. Avant de décider d'un geste chirurgical à ce niveau, il faut rechercher cliniquement l'implication de cette articulation dans les phénomènes douloureux décrits par le patient. Il est possible de s'aider, comme d'ailleurs pour le conflit sous-acromial et par analogie, d'un test infiltratif radioguidé le plus souvent. Il apparaît donc

raisonnable de proposer un geste à ce niveau, le plus souvent de résection partielle des ostéophytes inférieurs (*coplaning* des Anglo-Saxons) plus que de véritable résection acromio-claviculaire complète.

Les résultats publiés pour la tubéroplastie (*reversed sub acromial decompression*) sont peu nombreux [24–26]. Cette technique reste confidentielle est peu utilisée en France. Deux publications [25, 26] concernent un nombre de cas entre 23 et 34 avec un recul de plus de 3 ans. Il faut remarquer que ce traitement est systématiquement associé à une ténotomie du biceps [26], et il est donc légitime de se poser des questions sur sa réelle efficacité de manière isolée.

Concernant le débridement simple qui est défendu par certains afin de ne pas perturber l'arche sous-acromiale et risquer une ascension de la tête humérale, il n'y a aucune publication sur son utilisation de manière isolée dans une série homogène de patients. Les résultats publiés [31] le sont en association avec une ténotomie du biceps dans 77 % des cas. Les résultats sont bons et du même ordre que les séries des ténotomies isolées. Comme pour la technique de tubéroplastie, le débridement seul n'est pas véritablement évalué et il apparaît difficile de recommander ces techniques de manière isolée comme traitement palliatif des ruptures irréparables. En revanche, il est possible de leur garder une place en association avec la ténotomie du biceps qui reste le geste principal à visée antalgique.

Comme on le voit, il n'y a que deux techniques de référence et qui ont véritablement été évaluées avec suffisamment de recul pour pouvoir être recommandées de manière isolée ou associée dans le cadre du traitement palliatif des ruptures irréparables. Il est difficile de dissocier les deux techniques d'acromioplastie arthroscopique et de ténotomie du biceps car dans plusieurs séries elles sont associées [27–29, 32–34]. Les auteurs français [27–30, 32, 37] sont majoritairement représentés dans ces études à moyen et long terme de ces traitements et leurs travaux sont internationalement reconnus et constamment cités en référence. Il existe, dans la littérature, moins de dix séries publiées avec un nombre de cas suffisant et surtout un recul de plus de 3 à 5 ans. Une seule étude a un recul de plus de 10 ans [32, 33, 34]. Un certain nombre de conclusions s'imposent après analyse de ces publications. En premier lieu, le rôle antalgique des ces deux techniques est clairement établi de manière unanime et indiscutable. Avec une progression en moyenne de plus de 7 points sur l'item douleur du score de Constant, et en moyenne au plus long recul de 65 à 87 % de patients satisfaits (65 % pour la série avec plus de 10 ans de recul) du résultat, cela confirme les résultats initiaux à court terme et valide l'objectifs du traitement pallia-

tif. Concernant les craintes d'évolution arthrosique par migration supérieure de la tête humérale, ce risque apparaît très faible, de moins de 5 %, y compris au plus long recul de 10 ans [27–34]. Il est maintenant admis que le chef long du biceps n'a aucun rôle de stabilisateur ou d'abaisseur et n'est pas un frein à la migration vers le haut de la tête humérale. Il apparaît donc que le sacrifice du chef long du biceps brachial n'a aucune conséquence fonctionnelle majeure sur l'épaule. Dans toutes ces études, en moyenne l'espace sous-acromial diminue à la révision de 1 à 2 mm. Il faut toutefois insister sur les critères de sélection des patients inclus dans ces études. Il s'agit effectivement de traiter de manière palliative des patients présentant des ruptures jugées non réparables mais il y a un respect strict de trois grandes contre-indications : l'épaule doit être fonctionnelle (pas d'indication à ce type de traitement pour les épaules pseudo-paralytique), non arthrosique, et non raide. Il s'agit de trois points fondamentaux qui, par leur respect, garantissent des résultats satisfaisants.

Un consensus semble actuellement se dégager et il apparaît raisonnable de proposer l'attitude suivante concernant le choix du traitement palliatif en cas de rupture irréparable de la coiffe des rotateurs. Le biceps apparaît comme un élément fondamental responsable des douleurs et, lorsqu'il est présent, une ténotomie est systématiquement recommandée quelle que soit la hauteur de l'espace sous-acromial. L'association à une acromioplastie, ou une acromioplastie isolée si le biceps est déjà rompu, est possible si l'espace sous-acromial reste supérieur ou égal à 5 mm. À défaut, si une acromioplastie est réalisée avec une espace sous-acromial déjà très diminué (inférieur à 3 mm), cela comporte un risque élevé d'échec et de décompensation d'une épaule pseudo-paralytique. Dans un tel cas, l'acromioplastie n'est donc plus recommandée. Quant au geste de résection acromio-claviculaire (ou de *coplaning*), il peut être proposé en association si l'évaluation clinique, radiologique et éventuellement avec un test infiltratif positif, plaident en faveur d'une implication douloureuse de cette articulation.

Conclusion

Les traitements palliatifs arthroscopiques dans le cadre des ruptures irréparables de la coiffe des rotateurs restent en 2011 une proposition thérapeutique acceptable, mais dans un nombre de cas sélectionnés. Il faut absolument éviter une généralisation excessive des indications et de considérer, comme cela a été le cas probablement, que ces interventions constituent une alternative thérapeutique face à toute

rupture irréparable. Ces différents gestes chirurgicaux effectués maintenant systématiquement sous arthroscopie ne sont pas anodins ni dénués de complications et peuvent, dans certains cas, aggraver certains patients, voire compromettre gravement et définitivement une prise en charge ultérieure. L'objectif des traitements palliatifs est unique : obtenir une épaule non algique, les objectifs fonctionnels de restauration de la mobilité et de la force ne doivent pas guider l'indication thérapeutique et ne sont que très indirectement améliorés. Au vu de ces objectifs, deux techniques remplissent ce cahier des charges et peuvent

être recommandées de manière isolée ou associée : l'acromioplastie décompressive sous arthroscopie et la ténotomie (ou ténodèse) arthroscopique du chef long du biceps brachial. Grâce aux résultats publiés dans la littérature, et sous l'impulsion principalement d'auteurs français, l'effet antalgique de ces deux procédures est indiscutablement reconnu et le risque d'évolution arthrosique apparaît même avec un recul de plus de 10 ans comme faible. Seul le respect d'indications strictes et surtout le respect des contre-indications permettront à ces techniques palliatives de garder leur place dans notre arsenal thérapeutique.

RÉFÉRENCES

- [1] Neer II CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder : a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 1972 ; 41 : 50.
- [2] Armstrong J. Excision of the acromion in treatment of suprapinatus syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 1949 ; 31B : 436–42.
- [3] Hawkins RJ, Brock RM, Abrams JM, Hobeika P. Acromioplasty for impingement with an intact rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1988 ; 70B : 795–7.
- [4] Cofield RH, Azevedo AJ. Surgical treatment of impingement syndrome. *Orthop Trans* 1987 ; 11 : 173.
- [5] Neer II CS. Impingement lesion. *Clin Orthop* 1983 ; 173 : 70–7.
- [6] Stuart MJ, Azevedo AJ, Cofield RH. Anterior acromioplasty for the treatment of the shoulder impingement syndrome. *Clin Orthop* 1990 ; 260 : 195–200.
- [7] Ellman H. Arthroscopic subacromial decompression. *Orthop Trans* 1985 ; 9 : 48.
- [8] Gazielly DF, Gleyze P, Montagnon C. Functional and anatomical result after rotator cuff repair. *Clin Orthop* 1994 ; 304 : 43–53.
- [9] Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2000 ; 82 : 505–15.
- [10] Harryman DT, Mack LA, Wang KY, et al. Repairs of the rotator cuff : correlation of functional results with integrity of the cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1991 ; 73 : 982–9.
- [11] Goutallier D, Postel JM, Leguilloux P. Fermeture chirurgicale des coiffes non repérables par suture simple. *Encycl Méd Chir Techniques chirurgicales-orthopédie traumatologie* (Paris, Elsevier) 2000 ; 44–825.
- [12] Goutallier D, Bernageau J, Patte D. L'évaluation par le scanner de la trophicité des muscles de la coiffe des rotateurs ayant une rupture tendineuse. *Rev Chir Orthop* 1989 ; 75 : 126–7.
- [13] Haute Autorité de Santé (HAS). Recommandations professionnelles : prise en charge chirurgicale des tendinopathies rompues de la coiffe des rotateurs de l'épaule chez l'adulte. Recommandations Mars 2008, www.has-sante.fr.
- [14] Bigliani LU, Morisson DS, April DW. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans* 1986 ; 10 : 216–28.
- [15] Agence Nationale d'accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES). Pathologie non opérées de la coiffe des rotateurs et masso-kinésithérapie. Avril 2001, www.has-sante.fr.
- [16] Ozaki J, Fukimoto S, Matsuhara K, Tamai S. Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. *J Bone Joint Surg Am* 1988 ; 70A : 1224–30.
- [17] Boileau P, Ahrens PM, Trojani C, Coste JS, Cordéro B, Rousseau P. Le long biceps en sablier ou long biceps piégé : une autre cause de douleur et de blocage de l'épaule. *Rev Chir Orthop* 2003 ; 8 : 672–82.
- [18] Walch G. Pathologie de la longue portion du biceps. In : Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférence d'enseignement. Paris : Expansion scientifique française ; 1993. p. 57–69.
- [19] Sekiya JK, Elkoussy HA, Rodosky MW. Arthroscopic biceps tenodesis using percutaneous intra-articular transtendon technique. *Arthroscopy* 2003 ; 19 : 1137–41.
- [20] Gilcreest E. Two cases of spontaneous of the long head of the biceps flexor cubiti. *Surg Clin North Am* 1926 ; 6 : 539–54.
- [21] Flatow EL, Cordasco FA, Bigliani LU. Arthroscopic resection of the outer and resection of the distal clavicle. In : Parisien JS, editor. *Therapeutic Arthroscopy*. New York : Raven Press ; 1993.
- [22] Eskola A, Santavirta S, Viljakka T, Wirta J, Partio E, Hoikka V. The result of operative resection of the lateral and of the clavicle. *J Bone Joint Surg* 1986 ; 78A : 584–7.
- [23] Morrison DS. Arthroscopic distal clavicle excision. In : Craig EU, editor. *The Shoulder*. New York : Raven Press LTD ; 1995. p. 417–28.
- [24] Fenlin JM, Chase JM, Rushton SA, Frieman BG. Tuberopecty : creation of an acromioclavicular articulation : a treatment option for massive, irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2002 ; 11 : 132–42.
- [25] Scheibel M, Lichtenberg S, Habermeyer P. Reversed arthroscopic subacromial decompression for massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg* 2004 ; 13 : 272–8.
- [26] Verhelst L, Vanderkerckhove PJ, Sergeant G, Liekens K, Van Hoonacker P, Berghs B. reversed arthroscopic subacromial decompression for symptomatic irreparable rotator cuff tears : Mid-term follow-up results in 34 shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 2010 ; 19 : 601–8.
- [27] Kempf JF, Gleyze P, Bonnet F, Walch G, Molé D, Frank A, et al. A multicenter study of 210 rotator cuff tears treated by arthroscopic acromioplasty. *Arthroscopy* 1999 ; 15 : 56–66.
- [28] Maynou C, Mehdi N, Cassagnaud X, Audebert S, Mestdagh H. Résultats de la ténotomie arthroscopique du chef long du

- biceps brachial dans les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs non réparées : à propos de 40 cas. *Rev Chir Orthop* 2005; 91 : 300–6.
- [29] Walch G, Edwards TB, Boulahia A, Nové-josserand L, Neyton L, Szabo I. Arthroscopic tenotomy of the long head of the biceps in the treatment of rotator cuff tears : clinical and radiographic results of 307 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14 : 238–46.
- [30] Boileau P, Baqué F, Valerio L, Ahrens P, Chuinard C, Trojani C. Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89A : 747–57.
- [31] Liem D, Iengers N, Dedy N, Poetzel W, Steinbeck J, Marquardt B. Arthroscopic debridement of massive irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2008; 24 : 743–8.
- [32] Gosselin O, Molé D. Full thickness tears : subacromial decompression is enough? In : Boileau P, editor. *Shoulder arthroscopy and arthroplasty. Current concepts*. 2006. Montpellier : Sauramps Medical; 2006. p. 131–4.
- [33] Gosselin O, Sirveaux F, Roche O, Villanueva E, Marchal C, Molé D. Résultats à long terme de l'acromioplastie sous arthroscopie dans les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs. *Rev Chir Orthop* 2003; 89(Suppl au vol 6) : 3S77.
- [34] Molé D, Sirveaux F, Gosselin O, Marchal C. Long Term results after arthroscopic subacromial decompression for full thickness cuff tears. 17th Congress of The European Society For Surgery of the Shoulder and Elbow (ESSSE/SECEC), Heidelberg, Germany, September 24–27, 2003.
- [35] Szabo I, Boileau P, Walch G. The proximal biceps as pain generator and results of tenotomy. *Sports Med Arthrosc Rev* 2008; 3 : 180–6.
- [36] Stephens SR, Warren RF, Payne LZ, Wickiewicz TL, Altchek DW. Arthroscopic acromioplasty : a 6 to 10 year follow-up. *Arthroscopy* 1998; 14 : 382–8.
- [37] Thomazeau H, Gleyze P, Franck A, Lévine C, Walch G, Devallet P, société Française d'arthroscopie. *Rev Chir Orthop* 2000; 86 : 136–42.
- [38] Klingler HM, Steckel H, Ernstberger T, Baums MH. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 125 : 261–6.

Scaffold augmentation in rotator cuff repair

M.M. MESIHA¹, E.T. RICCHETTI¹, K.A. DERWIN^{1,2}, J.P. IANNOTTI¹

RÉSUMÉ – PATCHS ET RENFORTS DANS LES RÉPARATIONS DE LA COIFFE DES ROTATEURS

Les recherches concernant l'utilisation de patchs et de renforts dans la chirurgie réparatrice de la coiffe des rotateurs se justifient, d'une part, par la fréquence des ruptures rétractées et irréparables et, d'autre part, par le taux important de rupture itérative après réparation de première intention. Les renforts sont utilisés d'une part pour leurs propriétés mécaniques dans la protection initiale des sutures et, d'autre part, dans l'amélioration biologique des conditions de cicatrisation. Parmi les différents produits étudiés et/ou disponibles, on distingue les renforts synthétiques, dont l'action est principalement mécanique, et les renforts biologiques, d'origine animale ou humaine, dont les effets portent principalement sur le potentiel de cicatrisation. Qu'ils soient synthétiques ou biologiques, les patchs peuvent être utilisés en renfort (seule utilisation labellisée par la FDA) ou en substitution (interposition). Dans ce travail sont étudiées les propriétés mécaniques des différents produits proposés, et la réponse immunitaire qu'ils génèrent; les études animales sont nombreuses, mais les études cliniques sont pauvres et n'ont qu'un faible recul. L'auteur propose une classification en six grades des ruptures de la coiffe des rotateurs et précise l'utilisation potentielle des renforts, en insistant sur le fait que les produits sont d'ores et déjà disponibles sur le marché, mais que les études cliniques méritent d'être poursuivies avant d'en généraliser l'utilisation.

Mots clés – Coiffe des rotateurs. – Réparation tendineuse. – Renfort de coiffe.

ABSTRACT

The use of scaffold augmentation in rotator cuff repair is justified both by the number of irreparable cuff tears and the high rate of recurrence after primary surgery. The scaffolds are supposed to have an initial mechanical value by reinforcing the suture, and a secondary biological role by enhancing intrinsic healing potential. Among the scaffolds available, some are synthetic with higher mechanical properties, when some others are derived from extracellular matrix (animal or human origin) with a higher healing effect. Scaffolds can be used as augmentation grafts (only procedure labelled by FDA) or as interpositionnal grafts. The authors propose a detailed study of the mechanical properties and the host immune responses for the available products. There are numerous animal studies but quite a few clinical studies with short follow-up. They propose a grading of rotator cuff tears and a rationale guideline for the use of scaffolds. They insist on the fact that further studies remain necessary to generalize the procedure.

Keywords: Rotator cuff. – Tendon repair. – Extracellular matrix scaffold devices. – Immune response. – Mechanical properties. – Pre-clinical studies. – Clinical trials.

Introduction

Rotator cuff tears are a common cause of debilitating pain, reduced shoulder function and weakness, and 30,000 to 75,000 repairs are performed annually in the United States [2,84]. Despite improvements in the understanding of this disease process and advances in surgical treatment, rotator cuff repair failure rates range from 20 to 90% [1,12,13,34–36,43]

depending on patient age, tear size and chronicity, muscle atrophy and degeneration, tendon quality, repair technique, and the post-operative rehabilitation [11,18,34,37,41,66,68,79,80]. Furthermore, recurrent and chronic rotator cuff tears may not be repairable. Treatment of symptomatic irreparable tears is extremely challenging and limited to non-surgical management, debridement with or without partial repair [15,38,56,67], or major reconstructive procedures

¹Department of Orthopedic Surgery, Orthopedic and Rheumatologic Institute, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, États-Unis.

²Department of Biomedical Engineering and Orthopedic Research Center, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, États-Unis.

such as muscle transfers [27]. Hence, there is a need for new repair strategies that provide effective mechanical reinforcement of rotator cuff repair, as well as stimulate and enhance the patient's intrinsic healing potential [1,72].

The most common mechanism of rotator cuff repair failure is believed to be suture cutting through tendon secondary to excessive tension at the repair site [1,18,23]. Mechanical improvements in repair strength can be made by the choice of suture type and technique [32] or by delaying mobilization of the shoulder post-operatively and immobilizing the extremity in an abduction pillow or brace. Tissue engineering strategies to improve rotator cuff repair healing include the use of scaffolds, growth factors, cell seeding or a combination of these approaches. Scaffolds have been the most common strategy investigated to date. Rotator cuff repair with devices derived from polylactic acid [3,9,26,45,46] polytetrafluoroethylene [44], extracellular matrix (ECM) [1,17,22,23,51,60,62,70,72,89,90], chitin [31], and chitosan-hyaluronan [30] has been studied in animal models over the past decade. Scaffold devices derived from ECM, poly (urethaneurea) and polylactic acid are commercially available and FDA cleared for rotator cuff repair in human patients at the current time (table 1). A detailed description of several

of these products can be found in recent publications [4,9,20,25,26,53,81].

The rationale for using a scaffold device for rotator cuff repair may include mechanical augmentation, improving the rate and quality of biologic healing, or both. It is hypothesized that scaffolds with robust mechanical and suture retention properties, applied in a surgically appropriate manner, have the ability to “off-load” the repair at time zero and for some period of post-operative healing depending on the rate and extent of scaffold remodeling. This remodeling is dependent on the material properties of the scaffold and the biologic host response. One benefit of scaffolds derived from extracellular matrix is their ability to provide a chemically and structurally instructive environment for host cells – via their natural composition, three-dimensional structure and/or remodeling byproducts [6,7,65], which may improve the biology of repair healing. In contrast, while synthetic scaffolds may have little impact on the biology of repair healing, their ability to maintain stable mechanical properties over time may function to permanently augment the rotator cuff repair and decrease the likelihood of late failures [29]. Prospective, controlled clinical studies will help us determine whether the indefinite structural support of some synthetic grafts is preferable to

Table 1
Scaffold devices with FDA clearance for rotator cuff repair

Product Name	Scaffold Type	Scaffold Source	Marketed by
Restore®	SIS	Porcine	DePuy Orthopaedics
CuffPatch®	SIS (cross-linked)	Porcine	Organogenesis (Canton, MA)
GraftJacket®	Dermis	Human	Wright Medical Technology
Conexa®	Dermis	Porcine	Tornier (Edina, MN)
TissueMend®	Dermis (fetal)	Bovine	Stryker Orthopaedics (Mahwah, NJ)
Zimmer Collagen Repair®	Dermis (cross-linked)	Porcine	Zimmer
Bio-Blanket®	Dermis (cross-linked)	Bovine	Kensey Nash (Exton, PA)
OrthADAPT Bioimplant®	Pericardium (cross-linked)	Equine	Pegasus Biologics (Irvine, CA)
SportMesh Soft Tissue Reinforcement®	Poly (urethaneurea)	Synthetic	Biomet Sports Medicine
X-Repair®	Poly-L-Lactide (PLLA)	Synthetic	Synthasome
Biomerix RCRPatch®	Pol (urethaneurea) matrix and polyester suture	Synthetic	Biomerix Corporation

the more transient biologic infrastructure provided by natural ECM scaffolds.

Despite the growing clinical use of scaffold devices for rotator cuff repair, there are numerous questions related to their indication, surgical application, safety, mechanism of action and efficacy that remain to be clarified or addressed. The purpose of this chapter is to review the current basic science and clinical understanding of synthetic and extracellular matrix scaffolds. Our review will emphasize the host immune response and scaffold remodeling, the mechanical and suture properties of ECMs and synthetic scaffolds and preclinical and clinical studies on the use of ECMs and synthetic scaffolds for rotator cuff repair. We will then discuss the implications of these data on the future directions for use of these scaffolds in tendon repair procedures.

The host immune response and scaffold remodeling

The *in vivo* host response and remodeling characteristics of various scaffolds can be comparatively assessed in animal body wall models. For example, ECM scaffolds were compared in a rodent abdominal wall model [81]. Scaffolds that were investigated differed in their species and tissue of origin, methods of processing, and methods of terminal sterilization. All ECM scaffolds were associated with an early, intense cellular response. However, each device elicited a distinct morphologic response over time that differed with respect to cellularity, vascularity, the presence of multinucleate giant cells, and organization of the remodeled tissue. Rapidly degraded scaffolds such as non-crosslinked SIS showed the greatest amount of cellular infiltration, especially at the early time-points. By 4 months these devices were completely degraded and replaced with a mixture of organized muscle cells, collagenous connective tissue, and small islands of adipose connective tissue. Devices that degraded slowly, such as non-crosslinked dermis, showed primarily a mononuclear cell infiltrate that subsided by 2 months and were partially replaced with moderately organized dense connective tissue by 4 months. In contrast, ECM devices that were cross-linked, including cross-linked SIS and dermis, were minimally degraded and associated with the presence of foreign-body giant cells, chronic inflammation, and/or the accumulation of dense, poorly organized fibrous tissue.

A recent study compared chemically cross-linked porcine dermis versus non-cross-linked porcine SIS scaffolds in a primate body wall model and showed a more robust cellular infiltrate for the non-cross-linked

SIS material and an associated increase in strength over time [69]. A separate body wall study showed clinical acceptance and a good remodeling outcome associated with acellular human- and porcine-derived dermis ECM [88]. Recently, a biopsy specimen of a human dermal scaffold (GraftJacket, Wright Medical, Arlington, TN) was retrieved from a human patient 3 months after rotator cuff repair augmentation [75]. The graft material was intact and filled with numerous elastic fibers and blood vessels. Extensive host cellular infiltration was evident along the margins of the graft, whereas the more central regions were more sparsely populated. Calcification and infection were not evident, and there was little to no inflammatory response. The orientation of the collagen fibers indicated early organization of new tissue. Another recent study investigated the cytokine expression of human monocytes/macrophages cultured with three acellular, non-crosslinked, human dermis scaffolds (AlloDerm, AlloMax, FlexHD) [61]. This study showed a wide range of cytokine and growth factor induction associated with the different dermis materials, which may be related to the proprietary processing technologies of these products.

Together, these studies demonstrate that ECM scaffold materials elicit distinct histologic and morphologic responses in the recipient, which likely depends on the species of origin, tissue of origin, processing methods, methods of terminal sterilization, and mechanical loading environment. Work to date suggests that regardless of the ECM, cross-linking is associated with an unfavorable host response, but many questions about processing, sterilization, and mechanical effects remain to be answered. Future work to isolate the influence of each of these factors on the host response needs to be preformed by systematic experiments using the same scaffold material.

The mechanism by which biologic scaffolds remodel and thus affect the downstream clinical outcome is only partially understood. The chemistry of a given scaffold material will influence the rate and degree of degradation and remodeling, as will extrinsic factors such as mechanical loading and physical rehabilitation. For example, scaffolds derived from non-crosslinked SIS are rapidly remodeled and replaced by new host tissue, whereas scaffolds derived from dermis appear to undergo slower remodeling and may be incorporated by the host to some extent rather than completely replaced. It is likely that during the process of partial or complete scaffold degradation, growth factors (e.g., VEGF, FGF-2, TGF β -1) and other bioactive molecules that have not been destroyed by processing methods are released into the surrounding tissue and

affect processes such as angiogenesis, cell recruitment, cell division and even potential antimicrobial activity [13,39,40,54,65,85]. Considered from this perspective, scaffold degradation may be associated with constructive remodeling events. Obviously, degradation and remodeling of a scaffold device is associated with changes in its mechanical properties. The tradeoff between scaffold degradation with associated loss of mechanical strength, and host matrix deposition/remodeling which is associated with gain of mechanical strength, is likely an important determinant of clinical success. The temporal sequence of remodeling events, including the rate and extent of scaffold degradation, incorporation, and/or host tissue deposition, is not well established for most scaffold devices. Future work should aim to address these questions, as the temporal sequence of remodeling is likely to be predictive of the clinical course and may dictate the optimal rehabilitation protocol and functional outcome of the repair.

The immune response to ECM scaffolds has received considerable attention. All studies to date suggest that both the host innate and acquired immune response systems are active participants in the process of xenogeneic scaffold recognition and remodeling. Currently available xenogeneic ECM scaffold materials all contain the Gal epitope unless specific processing steps are instituted to remove the epitope [55,64]. However, there is now convincing evidence that the presence of this epitope causes a humeral (antibody) immune response but no associated adverse remodeling response [21].

Recently, the role of the macrophage in determining the host response to an implanted xenogeneic material has been investigated [14,82]. Macrophages represent a heterogeneous subset of the total number of cells involved in the host response to implanted materials [33,50,58]. Different macrophage phenotypes have been recognized and can be subdivided into either M1 or M2 types, mimicking the Th1/Th2 nomenclature for lymphocytes [58]. Specifically, macrophage polarization follows a continuum that includes multiple phenotypes (M1, M2a, M2b and M2c) [49], which can change in response to local stimuli during wound healing [63,77,78]. The M1 phenotype describes a population of pro-inflammatory macrophages that are typically associated with secretion of toxic by-products and classic signs of tissue inflammation. Alternatively, M2 macrophages represent a phenotype that mediates constructive remodeling by tissue repair and regeneration [33,48,59,83]. Xenogeneic scaffolds can elicit either a predominantly M1 or M2 type of macrophage response depending in large part upon

processing methods [14,82]. Thus either a constructive tissue remodeling outcome or a pro-inflammatory (destructive) type of tissue remodeling outcome is possible. The factors that influence macrophage phenotype have not all been identified but it seems clear that chemical cross-linking of biologic scaffolds is strongly associated with an M1 pro-inflammatory response. Scaffolds that are rapidly degraded by the host (e.g. those that are not chemically cross-linked) tend to elicit an M2 tissue remodeling response. As our understanding of the mediators of macrophage phenotype and the predominant phenotypic profile at various stages of wound healing increases, it may be possible to engineer scaffold materials that can promote constructive tissue remodeling outcomes.

Much less has been reported on the host immune response with synthetic scaffolds. In one study the Biomerix synthetic scaffold was implanted into a rat rotator cuff repair model with the goal of evaluating the host biologic response [19]. The authors report no evidence of inflammation and an 80% average infiltration with host connective tissue. The Biomerix scaffold is made of a polycarbonate polyurethane and designed to be infiltrated by host collagen but never resorbed. To date, the host response to other synthetic scaffolds for rotator cuff repair has not explicitly been investigated.

The mechanical and suture properties of scaffolds

Both the mechanical and suture retention properties of a scaffold device will influence the extent to which the device can augment the mechanical properties of a tendon repair at time zero. The stiffness (approximately 200 N/mm) and ultimate load (approximately 800 N) of human rotator cuff tendon strips have been reported previously [35,36,43]. In addition, the suture retention properties of human rotator cuff tendon were shown to be approximately 230 N for two mattress sutures subjected to a graduated cyclic load protocol [73] and 224 ± 77 N for one mattress stitch pulled to failure ($n=8$, K.A.D., unpublished data). These properties of human rotator cuff tendon should be used as targets to guide our choice of scaffolds for rotator cuff repair, when mechanical augmentation at time zero is desired. Previously, uniaxial mechanical tests were performed on thin strips of various ECM scaffold materials [25]. These data demonstrated that only fascia lata ECM has similar material properties to tendon. In uniaxial (unconstrained) tension, dermis and SIS are at least one order of magnitude more compliant than tendon. Another study showed that the suture retention of dermis ECM devices

have superior suture retention properties (approximately 200 N for one mattress stitch pulled to failure) to SIS devices (approximately 40 N for one mattress stitch pulled to failure) [9,10]. A more recent study confirmed the excellent suture retention properties of dermis, and also demonstrated that SportMesh, a synthetic poly (urethaneurea) graft, stretched significantly more during cyclic loading than all other graft materials tested [8]. In another study, the synthetic poly-L-lactide X-Repair scaffold has been shown to have excellent suture retention (397 ± 18 N) and failure properties (796 ± 34 N) [26]. Taken together, these data demonstrate that mechanical tests of the scaffold *construct* (i.e., scaffold plus sutures) should be used to provide insight into the mechanical performance of these devices, rather than simple material or suture retention tests alone. Scaffold constructs with mechanical properties that are significantly different than rotator cuff tendon may provide benefit to the patient depending on the indication and method of use; however, it should be appreciated that their biomechanical role in repair augmentation may be limited.

The surgical methods of scaffold application, including the number, type and location of fixation sutures, and pre-tensioning the scaffold at the time of repair, will also contribute to mechanical performance of the device. Hence, cadaveric shoulder models are beginning to be used to evaluate the ability of a scaffold to augment the time-zero mechanical properties of primary rotator cuff repair. Human cadaver models offer the advantage of testing repair strategies in human rotator cuff tissue, where standard of care techniques and the mechanical load environment of the human condition can be reasonably well reproduced. One recent study demonstrated a 19% increase in failure load and fewer failures at the suture-tissue interface for supraspinatus repairs augmented with human dermis (GraftJacket, Wright Medical, Arlington, VA, USA) compared to non-augmented repairs⁹. More recently, the synthetic poly-L-lactide X-Repair scaffold was evaluated in another human cadaveric study [52]. Tendon repairs augmented with X-Repair showed no increase in initial stiffness, but significant increases in yield load and ultimate load in comparison to nonaugmented controls. These studies provide the basis for future refinements of the human cadaveric model for evaluating the appropriate surgical methods and mechanical efficacy of scaffold based rotator cuff repair strategies.

Together, these types of mechanical studies help us to evaluate the extent to which scaffolds have the ability “off-load” a rotator cuff repair at time zero. However, it is important to note that the ability of a scaffold to limit the re-tear of rotator cuff repairs in the days

to weeks after surgical implantation in-vivo cannot be directly determined from in vitro testing. A loss of both mechanical and suture retention properties of the scaffold is expected, particularly with ECM materials, although the rate and extent of mechanical changes will depend on the particular ECM, its remodeling characteristics, and the effects of extrinsic factors such as rehabilitation (mechanical loading) and associated joint pathology.

Pre-clinical animal studies on the use of scaffolds for rotator cuff repair

The ability of various graft materials to support rotator cuff tendon regeneration and/or provide repair augmentation has been investigated previously in animal models. Most of these studies used an ECM scaffold for rotator cuff tendon interposition grafting [1,17,22,51,62,70,89], and two studies report on the use of ECM grafts for rotator cuff repair augmentation [60,72]. More recently, use of a synthetic graft for rotator cuff repair augmentation has been reported [26]. Since most scaffolds have been cleared by the FDA only for rotator cuff repair augmentation in which the scaffold is applied over the primary tendon repair, only the animal studies investigating this indication will be reviewed here.

Schlegel et al. performed *full width* infraspinatus injury and repair in sheep [72]. They placed a 10 by 20-mm patch of SIS over the superficial aspect of the repaired tissue. The control was tendon repair without a graft. The investigators did not report on the extent to which there was a biomechanical benefit of using the graft devices at time zero, but they did report that “*both groups showed evidence of gap formation as the tendon healed medial to the original repair site.*” This outcome suggests that graft augmentation was insufficient to prevent tendon re-tear in this animal model. At 12 weeks, repairs augmented with SIS were significantly stiffer (39%) than non-augmented repairs, and stiffness was 40% of normal. In another sheep model study, Nicholson et al. performed a *partial-width* infraspinatus injury and repair investigating the effect of repair augmentation with SIS or cross-linked porcine dermis grafts [60]. They did not report on the extent to which there was a biomechanical benefit of using the graft devices at time zero. They reported little to no difference in ultimate load between augmented and non-augmented repairs at 9 or 24 weeks of healing.

A canine study performed by Derwin et al. evaluated the extent to which the synthetic poly-L-lactide

X-Repair scaffold would improve biomechanical outcomes following rotator cuff repair. In addition to demonstrating histologic compatibility, the authors showed that augmented tendon repairs significantly reduced tendon retraction distance ($p=.008$), and improved the stiffness (26%) and ultimate load (35%) of the repair at 12 weeks. Interestingly, they also reported an increased cross-sectional area of the augmented repairs (137%) that may raise concern for the development of subacromial impingement in a clinical setting. A sheep chronic rotator cuff repair model was performed using the synthetic polycarbonate polyurethane Biomerix scaffold patch [71]. The study reported healing of all augmented and unaugmented repairs, in contrast to prior reports in a sheep model of gap formation in both SIS-augmented and unaugmented repairs [72]. The mechanical testing data were consistent with the studies of ECM grafts by demonstrating some potential increases in initial stiffness ($p=.13$) and significant increases in ultimate force required for failure ($p=.02$).

The development of discriminating animal models for investigating rotator repair strategies continues to be an area of active emphasis in the research community [24]. Interpretation of the results from animal studies must be made in the context of the models which were used. In the future, comparison between studies would be greatly aided by the adoption of some commonalities in experimental design with respect to species, surgical injury, study design, surgical technique, outcome measures, and spectrum of controls. In so doing, appropriate animal models will allow us to assess the extent to which a particular scaffold repair strategy is biocompatible, limits re-tear or gap formation during the post-operative period or improves the biomechanical properties of a healed repair. However, it must also be kept in mind that no animal model entirely reproduces the biologic or mechanical environment of the human injury condition, and ultimately, controlled clinical trials and post marketing surveillance are needed to define the efficacy, proper indications and the method of application for ECM scaffold technologies.

Clinical studies on the use of scaffolds for rotator cuff repair

The United States Food and Drug Administration (FDA) requires ECMs derived from non-human sources and synthetics to obtain 510 (k) premarket clearance as a device, but does not require proof of efficacy in a preclinical or clinical trial. The animal-derived and synthetic products listed in [table 1](#) have been cleared through the 510 (k) mechanism as augmentation devi-

ces “for the reinforcement of the soft tissues that are repaired by suture or suture anchors during rotator cuff surgery”. In contrast, human-derived ECM grafts are classified as human tissue for transplantation under 21 CFR, part 1270 and require no FDA clearance for use. Hence, devices such as GraftJacket are being used clinically both to augment rotator cuff repairs and as interpositional bridging grafts. Despite the current clinical use of scaffold devices for rotator cuff repair, only a limited number of follow-up studies in human patients have been reported in the peer-reviewed literature. Reports on the use of Restore®, GraftJacket® and Zimmer® Collagen Repair devices have shown mixed results with regard to surgical outcomes and complication rates. To date only one prospective controlled trial has been performed (using Restore®). Even less data has been presented on synthetic grafts. The current clinical data are reported here.

Restore® (non-crosslinked, porcine SIS)

Metcalf et al. were amongst the early researchers who investigated the clinical efficacy of Restore® for rotator cuff repairs [57]. They conducted a 2 year follow-up of 12 patients who underwent arthroscopic repair of massive chronic rotator cuff tears using SIS Restore as an augmentation device. Post operative MRI scans showed significant thickening of the cuff tendon with the incorporation of the SIS graft in eleven patients. In 1 of the 12 patients, clinical failure was observed within 12 weeks with complete resorption of the graft. There was no evidence of local or systemic rejection or infection in any patient. The mean postoperative UCLA score was 19.9 on a scale of 35, which was a significant improvement over the preoperative score of 9.9 [$p=0.01$], but demonstrates that shoulder function remained far below normal in these patients. Functional improvement was also observed in all the patients, as evaluated by use of the Simple Shoulder Test. This study demonstrated improved postoperative outcomes for patients treated with Restore graft augmentation compared to their preoperative condition. However, the lack of a control group makes it difficult to conclude with certainty that the functional improvements in the study were the result of SIS augmentation.

More recent clinical studies have reported less favorable results with use of Restore®. Sclamberg and colleagues evaluated the use of Restore in a cohort of 11 patients undergoing open repair of large or massive rotator cuff tears [74]. The device was used as an augmentation graft (as prescribed by FDA labeling) in four patients and as an interpositional graft (off-label use)

in seven patients. Six months post operative MRI scans revealed that 10 of the 11 Restore[®] augmented repairs had failed. Iannotti et al. evaluated Restore[®] according to FDA labeling as an augmentation graft, in a prospective, randomized, controlled trial of 30 patients with repairable, large and massive, two tendon cuff tears [42]. In that study the non-augmented group was 7% more likely to heal than the Restore[®] augmented group. The postoperative PENN scores of the non-augmented group (91 points) were also significantly higher than the Restore[®] augmented group (83 points) [$p=0.007$]. Three of the fifteen patients receiving Restore[®] had a sterile inflammatory reaction. In yet another study intending to use Restore[®] for rotator cuff repair augmentation (though in some cases a defect remained under the graft if the tendon could not be fully repaired to bone), four of ten patients who received the Restore[®] device had a severe local inflammatory reaction requiring open debridement [86]. At 2 years after the surgery, patients who received Restore[®] had several persisting deficits and no recognizable benefit as compared with the controls. This same group described this non-infectious local inflammatory reaction consisting of edema, swelling, pain and increased skin temperature around the incision site in a separate smaller case series [47]. Microbial tests of the fluid surrounding the wound site confirm the lack of any allergic or bacterial infection associated with Restore[®] implantation, and Zheng et al. have postulated these adverse outcomes are due to the existence of porcine cellular elements in the Restore[®] device [90]. These clinical reports belie the reasonably favorable results previously reported in laboratory animal models using SIS and suggest that Restore[®] is not suited for repair of large to massive rotator cuff repairs in human patients, at least in its current form [86].

GraftJacket[®] (non-crosslinked human dermis)

Burkhead et al. conducted a study of 17 patients with massive rotator cuff tears. After completion of an open rotator cuff repair via a standard deltoid splitting approach, GraftJacket was used to augment the repair [16]. The mean follow up period was 1.2 years. This study also reported a significant improvement in the post operative mean UCLA score (26.12 out of 35) compared to the pre-operative score of 9.06 [$p<.001$]. Postoperative imaging in twelve patients demonstrated three recurrent tears of smaller size, however some connection of the graft between the native tissue and the tuberosity was observed in all cases. No reversal of muscle atrophy or fatty degeneration was noted. An

improvement in the post-operative subjective pain and functional scores, as well as in the measured range of motion and strength, were noted in the study population. Additionally, no infections, sterile inflammatory reactions or other complications were observed. Again, no control group was utilized for comparison in the study.

Bond et al. performed an all-arthroscopic procedure in 16 patients with massive rotator cuff tears using GraftJacket[®] in an interpositional bridging technique [12,28]. At a mean follow-up of 26.8 months, 15 of 16 patients were satisfied with their procedure. Overall, the UCLA scores improved on average from 18.4 preoperatively to 30.4 postoperatively ($p=.0001$), and the Constant score increased from 53.8 to 84.0 ($p=.0001$). Thirteen patients had full incorporation of the graft into the native tissue as documented on magnetic resonance imaging, while three patients showed evidence of graft failure at 1 year by MRI. No patient had any postoperative complications. No control patients were utilized for comparison in this study. An update from this group with a larger patient cohort and longer follow-up data showed similar results, with a mean increase of UCLA score from 18.4 to 27.5 ($p<.000$) and final WORC and ASES scores of 75.2 and 84.1, respectively [87]. The most significant new development in this newer cohort is an updated surgical technique that decreased operative time to less than 3 hours.

To summarize, the follow-up studies on GraftJacket[®] to date have all used the device for treatment of massive rotator cuff tears. Two studies used the device for interposition grafting and one study used it for repair augmentation. No complications were reported. Patients receiving GraftJacket[®] had improved outcomes compared to their pre-operative condition. Each of these studies is limited by the lack of a cohort of control patients who underwent repair but did not receive a GraftJacket[®] device. However, the data suggest that further investigation of the efficacy of this product is warranted.

Zimmer[®] Collagen Repair (cross-linked porcine dermis)

Two follow-up studies with the Zimmer[®] Collagen Repair have been reported. Badhe et al. examined 10 patients with a 4.5 year follow-up after augmented repair of the rotator cuff using a Zimmer[®] Collagen Repair device [5]. The mean age of the patients in this study was 66 years, and they were assessed at final follow-up by ultrasound and MRI. Postoperatively, average Constant scores improved from 41 to 62, and

pain, abduction power and range of motion significantly improved after surgery. Imaging identified intact grafts in eight patients and graft disruption in two patients. The authors did not note any adverse side effects during the study period. No control group was utilized for comparison in the study. In contrast, Soler et al. reported early complications with the use of Zimmer® Collagen Repair as a bridging device to repair massive rotator cuff defects [76]. In all four patients, the graft device failed between 3–6 months postoperatively.

Biomerix (polycarbonate polyurethane)

There has been one study reporting on the clinical application of the Biomerix patch. In this report, the patch was implanted through a mini-open approach to augment 10–40 mm width rotator cuff tears [29]. The mean patient age was 56.2 and patients were followed up at 1 year with ultrasound and MRI, which demonstrated a 10% failure rate. However, the lack of a control group makes it difficult to ascertain if the graft contributed to the repair and helped in avoiding any potential repair failures. Postoperatively, the patients had significant improvements in VAS, SST, and ASES scores at both 6 and 12 months and improvement in range of motion in all directions. The UCLA postoperative score was good to excellent in 7 of 10 patients at 6 months and good to excellent in 8 of 10 patients at 12 months. They reported no adverse outcomes including inflammation, fibrosis, mechanical symptoms or subacromial adhesions.

Summary and discussion

Scaffold augmentation has been the most common strategy utilized in an attempt to improve rotator cuff repair outcomes to date. The rationale for using a scaffold device for rotator cuff repair may include mechanical augmentation, improving the rate and quality of biologic healing, or both. The ideal scaffold material would serve as an inductive template, with appropriate mechanical properties to prevent or limit tendon re-tear during the course of remodeling, leading to downstream integration/reconstruction of functional musculotendinous tissue.

The host response and remodeling of any scaffold is a critical determinant of success or failure and likely depends on the material properties of the tissue or polymer, processing methods, methods of terminal sterilization and mechanical loading environment. For

rapidly resorbing ECMs such as SIS, the host immune response, including the macrophage component of the immune response, appears to be a critical determinant, and perhaps predictor, of successful and constructive remodeling. For other ECMs such as dermis that undergo slower remodeling and may be incorporated by the host to some extent, less is known about the role of immune cells at the current time. Numerous questions related to the manner in which various ECMs remodel and influence the host cell response remain to be addressed and are critical considerations for the use and design of any scaffold based on ECM technology. In comparison to the relatively well-studied ECM grafts, little is known regarding synthetic grafts and how they will behave after long-term implantation in humans, as the maximum follow-up reported in the literature is only 1 year.

Both the mechanical and suture retention properties of a scaffold device as well as the surgical methods of scaffold application will influence the extent to which the device can augment the mechanical properties of a tendon repair at time zero. However, it is important to note that the ability of a scaffold to limit the re-tear of rotator cuff repairs in the days to weeks after surgical implantation in-vivo cannot be directly determined from in vitro testing. A loss of both mechanical and suture retention properties of the scaffold is expected, though the rate and extent of mechanical changes will depend on the particular scaffold and its remodeling characteristics.

Only a limited number of animal studies to investigate the efficacy of rotator cuff repair augmentation with ECM scaffolds have been performed to date, and even fewer have been executed using their synthetic counterparts. Continued development of discriminating animal models for investigating rotator repair strategies is warranted. Appropriate animal models will allow us to assess the extent to which a particular scaffold repair strategy is biocompatible, limits re-tear or gap formation during the post-operative period, or improves the biomechanical properties of a healed repair. However, no animal model fully reproduces the human injury condition and clinical trials are needed to establish the indication and efficacy of scaffold technologies.

Despite the current clinical use of scaffolds for rotator cuff repair, only a limited number of follow-up studies in human patients have been reported in the peer-reviewed literature, and these have shown mixed results with regard to surgical outcomes and complication rates. There are no peer-reviewed clinical data available for most of the scaffold devices currently available to surgeons. In few instances has the

same device been studied more than once for a given indication and/or surgical approach (e.g., augmentation, interposition). Hence, the relative efficacy of any device is not yet established. Further well-designed and controlled clinical trials are needed to address the many questions related to indication, surgical application, safety, mechanism of action and efficacy that remain to be answered. As the unique biology of ECM and synthetic scaffold remodeling in vivo becomes better understood, it may be possible to design and manufacture devices in a manner that maximizes constructive outcomes and minimizes clinically adverse responses.

We have proposed that six grades of rotator cuff pathology can be assigned clinically (table 2). The grading considers the geometry and reparability of the tear. At this time there is little clinical data to demonstrate the appropriate indication, efficacy and/or complication rates of scaffolds for rotator cuff repair. In the authors' opinion, an appropriate scaffold may

be indicated as an augmentation device for Grade III and IV tears and as an interposition device in selected cases of Grade V disease. (Currently, animal-derived ECM devices and synthetics have been cleared by the FDA only for use as augmentation devices and not as interpositional grafts.) Since primary repair of small and medium-sized acute cuff tears are likely to heal with proper surgical and post operative care in 90% of cases, use of a scaffold technology in these cases may not be necessary. When a scaffold is used clinically for rotator cuff repair, the outcome measures should include anatomic assessment of healing with soft tissue imaging. Quantitative measures of function and strength, as well as qualitative, patient-oriented measures of pain, function and satisfaction should also be obtained. Long-term follow-up should assess the prevention or progression of other shoulder pathology associated with the use of the scaffold.

In summary, several scaffold devices are currently available to the surgeon for rotator cuff repair. The uni-

Table 2
Clinical grades of rotator cuff pathology

Grade	Rotator cuff indications	Current treatment (s)	Outcomes	Graft indication
VI	Massive and retracted irreparable tear with intra-articular pathology	Open reverse total shoulder replacement (aggressive)	Adequate but limited function	Not indicated
V	Large, massive tear (3–5 cm, 2–3 tendons) Irreparable (unable to reappose to tuberosity with low tension)	Open or arthroscopic attempt at repair, muscle transfer, debridement and/or partial repair	High failure rate (50+ % re-tear and/or low outcome scores)	Interposition in selected instances
IV	Large, massive tear (3–5 cm, 2–3 tendons) Reparable	Open or arthroscopic repair	Moderate failure rate (30+ % re-tear; 85 % pain-free but reduced function)	Augmentation
III	Small to medium tear (< 3 cm, 1 tendon)	Arthroscopic repair	Moderate failure rate (5–10 % re-tear; 85 % pain-free but > 50 % reduced function)	Augmentation
II	Partial thickness tear (articular or bursal surface, > 50 %)	Arthroscopic decompression/ debridement or repair with acromioplasty	40 % failure within 5 years when debrided only 95 % heal when repaired	Not indicated
I	Partial thickness tear (articular or bursal surface, < 50 %)	Arthroscopic decompression/ debridement or repair with acromioplasty	95 % heal when repaired	Not indicated

que biology, mechanics, and remodeling characteristics of any given device, as well as how and when it is used, will all play critical roles in the effectiveness of that device for rotator cuff repair. Basic and clinical research efforts must continue to address questions related to the indication, surgical application, safety, mechanism

of action, and efficacy of scaffolds. ECM and synthetic grafts may have enormous therapeutic potential, but it will require the continued effort of manufacturers, clinicians, and researchers to develop and validate their technology as a safe and effective treatment for improving the healing of rotator cuff tears.

REFERENCES

- [1] Adams JE, Zobitz ME, Reach Jr JS, An KN, Steinmann SP. Rotator cuff repair using an acellular dermal matrix graft : an in vivo study in a canine model. *Arthroscopy* 2006; 22(7) : 700–9.
- [2] American Academy Orthopaedic Surgery. Number of patients, number of procedures, average patient age, average length of stay -National Hospital Discharge Survey 1998–2005. Data obtained from U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics; 2008. <http://www.aaos.org/Research/stats/Rotator%20Cuff%20Repair.pdf>.
- [3] Aoki M, Miyamoto S, Okamura K, Yamashita T, Ikada Y, Matsuda S. Tensile properties and biological response of poly (L-lactic acid) felt graft : an experimental trial for rotator-cuff reconstruction. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2004; 71(2) : 252–9.
- [4] Aurora A, McCarron J, Iannotti JP, Derwin K. Commercially available extracellular matrix materials for rotator cuff repairs : state of the art and future trends. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(5 Suppl.) : S171–8.
- [5] Badhe SP, Lawrence TM, Smith FD, Lunn PG. An assessment of porcine dermal xenograft as an augmentation graft in the treatment of extensive rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 35S–9S.
- [6] Badylak SF. The extracellular matrix as a scaffold for tissue reconstruction. *Semin Cell Dev Biol* 2002; 13(5) : 377–83.
- [7] Badylak SF, Freytes DO, Gilbert TW. Extracellular matrix as a biological scaffold material : Structure and function. *Acta Biomater* 2009; 5(1) : 1–13.
- [8] Barber FA, Aziz-Jacobo J. Biomechanical testing of commercially available soft-tissue augmentation materials. *Arthroscopy* 2009; 25(11) : 1233–9.
- [9] Barber FA, Herbert MA, Boothby MH. Ultimate tensile failure loads of a human dermal allograft rotator cuff augmentation. *Arthroscopy* 2008; 24(1) : 20–4.
- [10] Barber FA, Herbert MA, Coons DA. Tendon augmentation grafts : biomechanical failure loads and failure patterns. *Arthroscopy* 2006; 22(5) : 534–8.
- [11] Bartolozzi A, Andreychik D, Ahmad S. Determinants of outcome in the treatment of rotator cuff disease. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 308 : 90–7.
- [12] Bond JL, Dopirak RM, Higgins J, Burns J, Snyder SJ. Arthroscopic replacement of massive, irreparable rotator cuff tears using a GraftJacket allograft : technique and preliminary results. *Arthroscopy* Apr 2008; 24(4) : 403–9.
- [13] Brennan EP, Reing J, Chew D, Myers-Irvin JM, Young EJ, Badylak SF. Antibacterial activity within degradation products of biological scaffolds composed of extracellular matrix. *Tissue Eng* 2006; 12(10) : 2949–55.
- [14] Brown BN, Valentin JE, Stewart-Akers AM, McCabe GP, Badylak SF. Macrophage phenotype and remodeling outcomes in response to biologic scaffolds with and without a cellular component. *Biomaterials* 2009; 30(8) : 1482–91.
- [15] Burkhart SS. Partial repair of massive rotator cuff tears : the evolution of a concept. *Orthop Clin North Am* 1997; 28(1) : 125–32.
- [16] Burkhead WZ, Schiffern SC, Krishnan SG. Use of Graft Jacket as an augmentation for massive rotator cuff tears. *Semin Arthroplasty* 2007; 18 : 11–8.
- [17] Chen JM, Willers C, Xu J, Wang A, Zheng MH. Autologous tenocyte therapy using porcine-derived bioscaffolds for massive rotator cuff defect in rabbits. *Tissue Eng* 2007; 13(7) : 1479–91.
- [18] Cofield RH, Parvizi J, Hoffmeyer PJ, Lanzer WL, Ilstrup DM, Rowland CM. Surgical repair of chronic rotator cuff tears. A prospective long-term study. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83-A(1) : 71–7.
- [19] Cole BJ, Gomoll AH, Yanke A, Pylawka T, Lewis P, MacGillivray JD, et al. Biocompatibility of a polymer patch for rotator cuff repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007; 15(5) : 632–7.
- [20] Coons DA, Alan BF. Tendon graft substitutes-rotator cuff patches. *Sports Med Arthrosc* 2006; 14(3) : 185–90.
- [21] Daly KA, Stewart-Akers AM, Hara H, Ezzelarab M, Long C, Cordero K, et al. Effect of the alpha-GAL epitope on the response to SIS-ECM in a nonhuman primate model. *Tissue Eng* 2009; 15(12) : 3877–88.
- [22] DeJardin LM, Arnoczky SP, Clarke RB. Use of small intestinal submucosal implants for regeneration of large fascial defects : an experimental study in dogs. *J Biomed Mater Res* 1999; 46(2) : 203–11.
- [23] DeJardin LM, Arnoczky SP, Ewers BJ, Haut RC, Clarke RB. Tissue-engineered rotator cuff tendon using porcine small intestine submucosa. Histologic and mechanical evaluation in dogs. *Am J Sports Med* 2001; 29(2) : 175–84.
- [24] Derwin KA, Baker AR, Iannotti JP, McCarron JA. Pre-clinical models for translating regenerative medicine therapies for rotator cuff repair. *Tissue Eng* 2010; 16(1) : 21–30.
- [25] Derwin KA, Baker AR, Spragg RK, Leigh DR, Iannotti JP. Commercial extracellular matrix scaffolds for rotator cuff tendon repair. Biomechanical, biochemical, and cellular properties. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(12) : 2665–72.
- [26] Derwin KA, Codsí MJ, Milks RA, Baker AR, McCarron JA, Iannotti JP. Rotator cuff repair augmentation in a canine model with use of a woven poly-L-lactide device. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91(5) : 1159–71.
- [27] Dines DM, Moynihan DP, Dines JS, McCann P. Irreparable rotator cuff tears : what to do and when to do it; the surgeon's dilemma. *Instr Course Lect* 2007; 56 : 13–22.

- [28] Dopirak R, Bond JL, Snyder SJ. Arthroscopic total rotator cuff replacement with an acellular human dermal allograft matrix. *Intl J Shoulder Surg* 2007; 1(1) : 7–15.
- [29] Encalada-Diaz I, Cole BJ, MacGillivray JD, Ruiz-Suarez M, Kercher JS, Friel NA, et al. Rotator cuff repair augmentation using a novel polycarbonate polyurethane patch : Preliminary results at 12 months' follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; [in press].
- [30] Funakoshi T, Majima T, Iwasaki N, Suenaga N, Sawaguchi N, Shimode K, et al. Application of tissue engineering techniques for rotator cuff regeneration using a chitosan-based hyaluronan hybrid fiber scaffold. *Am J Sports Med* 2005; 33(8) : 1193–201.
- [31] Funakoshi T, Majima T, Suenaga N, Iwasaki N, Yamane S, Minami A. Rotator cuff regeneration using chitin fabric as an acellular matrix. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15(1) : 112–8.
- [32] Gerber C, Schneeberger AG, Beck M, Schlegel U. Mechanical strength of repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1994; 76-B(3) : 371–80.
- [33] Gordon S, Taylor PR. Monocyte and macrophage heterogeneity. *Nat Rev Immunol* 2005; 5(12) : 953–64.
- [34] Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S. Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12(6) : 550–4.
- [35] Halder A, Zobitz ME, Schultz E, An KN. Structural properties of the subscapularis tendon. *J Orthop Res* 2000; 18(5) : 829–34.
- [36] Halder A, Zobitz ME, Schultz F, An KN. Mechanical properties of the posterior rotator cuff. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2000; 15(6) : 456–62.
- [37] Hamada K, Tomonaga A, Gotoh M, Yamakawa H, Fukuda H. Intrinsic healing capacity and tearing process of torn supraspinatus tendons : in situ hybridization study of alpha 1 (I) procollagen mRNA. *J Orthop Res* 1997; 15(1) : 24–32.
- [38] Hawkins RH, Dunlop R. Nonoperative treatment of rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 1995; 321 : 178–88.
- [39] Hodde JP, Ernst DM, Hiles MC. An investigation of the long-term bioactivity of endogenous growth factor in OASIS Wound Matrix. *J Wound Care* 2005; 14(1) : 23–5.
- [40] Hodde JP, Record RD, Liang HA, Badylak SF. Vascular endothelial growth factor in porcine-derived extracellular matrix. *Endothelium* 2001; 8(1) : 11–24.
- [41] Iannotti JP. Full thickness rotator cuff tears : Factors affecting surgical outcome. *J Am Acad Orthop Surg* 1994; 2 : 87–95.
- [42] Iannotti JP, Codsi MJ, Kwon YW, Derwin K, Ciccone J, Brems JJ. Porcine small intestine submucosa augmentation of surgical repair of chronic two-tendon rotator cuff tears. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(6) : 1238–44.
- [43] Itoi E, Berglund LJ, Grabowski JJ, Schultz FM, Growney ES, Morrey BF, et al. Tensile properties of the supraspinatus tendon. *J Orthop Res* 1995; 13(4) : 578–84.
- [44] Kimura A, Aoki M, Fukushima S, Ishii S, Yamakoshi K. Reconstruction of a defect of the rotator cuff with polytetrafluoroethylene felt graft. Recovery of tensile strength and histocompatibility in an animal model. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85(2) : 282–7.
- [45] Koh JL, Szomor Z, Murrell GA, Warren RF. Supplementation of rotator cuff repair with a bioresorbable scaffold. *Am J Sports Med* 2002; 30(3) : 410–3.
- [46] MacGillivray JD, Fealy S, Terry MA, Koh JL, Nixon AJ, Warren RF. Biomechanical evaluation of a rotator cuff defect model augmented with a bioresorbable scaffold in goats. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15(5) : 639–44.
- [47] Malcarney HL, Bonar F, Murrell GA. Early inflammatory reaction after rotator cuff repair with a porcine small intestine submucosal implant : a report of 4 cases. *Am J Sports Med* 2005; 33(6) : 907–11.
- [48] Mantovani A, Sica A, Locati M. Macrophage polarization comes of age. *Immunity* 2005; 23(4) : 344–6.
- [49] Mantovani A, Sica A, Sozzani S, Allavena P, Vecchi A, Locati M. The chemokine system in diverse forms of macrophage activation and polarization. *Trends Immunol* 2004; 25(12) : 677–86.
- [50] Mantovani A, Sozzani S, Locati M, Allavena P, Sica A. Macrophage polarization : tumor-associated macrophages as a paradigm for polarized M2 mononuclear phagocytes. *Trends Immunol* 2002; 23(11) : 549–55.
- [51] McAdams TR, Knudsen KR, Yalamanchi N, Chang J, Goodman SB. Deltoid flap combined with fascia lata autograft for rotator cuff defects : a histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007; 15(9) : 1144–9.
- [52] McCarron JA, Milks RA, Chen X, Iannotti JP, Derwin KA. Improved time-zero biomechanical properties using poly-L-lactic acid graft augmentation in a cadaveric rotator cuff repair model. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19(5) : 688–96.
- [53] McCarron JA, Milks RA, Iannotti JP, Derwin KA. Improved time-zero biomechanical properties using PLLA graft augmentation in a cadaveric rotator cuff repair model. *J Shoulder Elbow Surgery* 2009; 19(5) : 688–96.
- [54] McDevitt CA, Wildey GM, Cutrone RM. Transforming growth factor-beta1 in a sterilized tissue derived from the pig small intestine submucosa. *J Biomed Mater Res A* 2003; 67(2) : 637–40.
- [55] McPherson TB, Liang H, Record RD, Badylak SF. Galalpha (1,3)Gal epitope in porcine small intestinal submucosa. *Tissue Eng* 2000; 6(3) : 233–9.
- [56] Melillo AS, Savoie III FH, Field LD. Massive rotator cuff tears : debridement versus repair. *Orthop Clin North Am* 1997; 28(1) : 117–24.
- [57] Metcalf MH, Savoie FH, Kellum B. Surgical Technique for Xenograft (SIS) Augmentation of Rotator-Cuff Repair. *Oper Tech Orthop* 2002; 12(3) : 204–8.
- [58] Mills CD, Kincaid K, Alt JM, Heilman MJ, Hill AM. M-1/M-2 macrophages and the Th1/Th2 paradigm. *J Immunol* 2000; 164(12) : 6166–73.
- [59] Mosser DM. The many faces of macrophage activation. *J Leukoc Biol* 2003; 73(2) : 209–12.
- [60] Nicholson GP, Breur GJ, Van SD, Yao JQ, Kim J, Blanchard CR. Evaluation of a cross-linked acellular porcine dermal patch for rotator cuff repair augmentation in an ovine model. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(5 Suppl.) : S184–90.
- [61] Orenstein SB, Qiao Y, Kaur M, Klueh U, Kreutzer DL, Novitsky YW. Human monocyte activation by biologic and biodegradable meshes in vitro. *Surg Endosc* 2009; 24(4) : 805–11.
- [62] Perry SM, Gupta RR, Kleunen JV, Ramsey ML, Soslowsky LJ, Glaser DL. Use of small intestine submucosa in a rat model of acute and chronic rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 15(5 Suppl.) : 179–83.
- [63] Porcheray F, Viaud S, Rimaniol AC, Leone C, Samah B, Dereuddre-Bosquet N, et al. Macrophage activation switching : an asset for the resolution of inflammation. *Clin Exp Immunol* 2005; 142(3) : 481–9.
- [64] Raeder RH, Badylak SF, Sheehan C, Kallakury B, Metzger DW. Natural anti-galactose alpha1,3 galactose antibodies delay, but do not prevent the acceptance of extracellular matrix xenografts. *Transpl Immunol* 2002; 10(1) : 15–24.

- [65] Reing JE, Zhang L, Myers-Irvin J, Cordero KE, Freytes DO, Heber-Katz E, et al. Degradation products of extracellular matrix affect cell migration and proliferation. *Tissue Eng Part A* 2009; 15(3) : 605–14.
- [66] Riley GP, Harrall RL, Constant CR, Chard MD, Cawston TE, Hazleman BL. Tendon degeneration and chronic shoulder pain : changes in the collagen composition of the human rotator cuff tendons in rotator cuff tendinitis. *Ann Rheum Dis* 1994; 53(6) : 359–66.
- [67] Rockwood Jr CA, Williams Jr GR, Burkhead Jr WZ. Debridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77(6) : 857–66.
- [68] Romeo AA, Hang DW, Bach Jr BR, Shott S. Repair of full thickness rotator cuff tears. Gender, age, and other factors affecting outcome. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 367 : 243–55.
- [69] Sandor M, Xu H, Connor J, Lombardi J, Harper JR, Silverman RP, et al. Host response to implanted porcine-derived biologic materials in a primate model of abdominal wall repair. *Tissue Eng Part A* 2008; 14(12) : 2021–31.
- [70] Sano H, Kumagai J, Sawai T. Experimental fascial autografting for the supraspinatus tendon defect : remodeling process of the grafted fascia and the insertion into bone. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11(2) : 166–73.
- [71] Santoni BG, McGilvray KC, Lyons AS, Bansal M, Turner AS, MacGillivray JD, et al. Biomechanical analysis of an ovine rotator cuff repair via porous patch augmentation in a chronic rupture model. *Am J Sports Med* 2010; 38(4) : 679–86.
- [72] Schlegel TE, Hawkins RJ, Lewis CW, Motta T, Turner AS. The effects of augmentation with Swine small intestine submucosa on tendon healing under tension : histologic and mechanical evaluations in sheep. *Am J Sports Med* 2006; 34(2) : 275–80.
- [73] Schneeberger AG, von RA, Kalberer F, Jacob HA, Gerber C. Mechanical strength of arthroscopic rotator cuff repair techniques : an in vitro study. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84-A(12) : 2152–60.
- [74] Sclamberg SG, Tibone JE, Itamura JM, Kasraeian S. Six-month magnetic resonance imaging follow-up of large and massive rotator cuff repairs reinforced with porcine small intestinal submucosa. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13(5) : 538–41.
- [75] Snyder SJ, Arnoczky SP, Bond JL, Dopirak R. Histologic evaluation of a biopsy specimen obtained 3 months after rotator cuff augmentation with GraftJacket Matrix. *Arthroscopy* 2009; 25(3) : 329–33.
- [76] Soler JA, Gidwani S, Curtis MJ. Early complications from the use of porcine dermal collagen implants (Permacol) as bridging constructs in the repair of massive rotator cuff tears. A report of 4 cases. *Acta Orthop Belg* 2007; 73(4) : 432–6.
- [77] Stout RD, Jiang C, Matta B, Tietzel I, Watkins SK, Suttles J. Macrophages sequentially change their functional phenotype in response to changes in microenvironmental influences. *J Immunol* 2005; 175(1) : 342–9.
- [78] Stout RD, Suttles J. Immunosenescence and macrophage functional plasticity : dysregulation of macrophage function by age-associated microenvironmental changes. *Immunol Rev* 2005; 205 : 60–71.
- [79] Thomopoulos S, Soslowsky LJ, Flanagan CL, Tun S, Keefer CC, Mastaw J, et al. The effect of fibrin clot on healing rat supraspinatus tendon defects. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11(3) : 239–47.
- [80] Uthoff HK, Trudel G, Himori K. Relevance of pathology and basic research to the surgeon treating rotator cuff disease - Review Article. *J Orthop Sci* 2003; 8(3) : 449–56.
- [81] Valentin JE, Badylak JS, McCabe GP, Badylak SF. Extracellular matrix bioscaffolds for orthopaedic applications. A comparative histologic study. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(12) : 2673–86.
- [82] Valentin JE, Stewart-Akers AM, Gilbert TW, Badylak SF. Macrophage Participation in the Degradation and Remodeling of ECM Scaffolds. *Tissue Eng Part A* 2009; 15(7) : 1687–94.
- [83] Verreck FA, de BT, Langenberg DM, van der Zanden L, Ottenhoff TH. Phenotypic and functional profiling of human proinflammatory type-1 and anti-inflammatory type-2 macrophages in response to microbial antigens and IFN-gamma- and CD40L-mediated costimulation. *J Leukoc Biol* 2006; 79(2) : 285–93.
- [84] Vitale MA, Vitale MG, Zivin JG, Braman JP, Bigliani LU, Flatow EL. Rotator cuff repair : an analysis of utility scores and cost-effectiveness. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16(2) : 181–7.
- [85] Voytik-Harbin SL, Brightman AO, Kraine MR, Waisner B, Badylak SF. Identification of extractable growth factors from small intestinal submucosa. *J Cell Biochem* 1997; 67(4) : 478–91.
- [86] Walton JR, Bowman NK, Khatib Y, Linklater J, Murrell GA. Restore orthobiologic implant : not recommended for augmentation of rotator cuff repairs. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89(4) : 786–91.
- [87] Wong I, Burns J, Snyder S. Arthroscopic GraftJacket repair of rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19(2 Suppl.) : 104–9.
- [88] Xu H, Wan H, Sandor M, Qi S, Ervin F, Harper JR, et al. Host response to human acellular dermal matrix transplantation in a primate model of abdominal wall repair. *Tissue Eng Part A* 2008; 14(12) : 2009–19.
- [89] Zalavras CG, Gardocki R, Huang E, Stevanovic M, Hedman T, Tibone J. Reconstruction of large rotator cuff tendon defects with porcine small intestinal submucosa in an animal model. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15(2) : 224–31.
- [90] Zheng MH, Chen J, Kirilak Y, Willers C, Xu J, Wood D. Porcine small intestine submucosa (SIS) is not an acellular collagenous matrix and contains porcine DNA : possible implications in human implantation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005; 73(1) : 61–7.

Lambeaux pour rupture irréparable de la coiffe des rotateurs

P. CLAVERT¹, J.-F. KEMPF¹

RÉSUMÉ

Les ruptures larges de la coiffe des rotateurs posent des problèmes thérapeutiques difficiles chez les patients jeunes et actifs. Deux grands tableaux sont rencontrés : les ruptures antérosupérieures et les ruptures postérosupérieures. Le transfert du grand dorsal ou latissimus dorsi est proposé devant les ruptures postérosupérieures chez des patients douloureux déficients en rotation latérale ; le transfert de grand pectoral est proposé aux patients dont la principale plainte fonctionnelle est le manque de rotation médiale. Les principales contre-indications aux transferts tendineux pour rupture irréparable de la coiffe des rotateurs sont l'insuffisance du muscle deltoïde, les patients peu compliants à un programme de rééducation long et astreignant et enfin l'âge du patient. Une rupture à la fois de la composante antérieure et de la composante postérieure sera de mauvais pronostic concernant le résultat fonctionnel final.

Mots – clés : Rupture irréparable. – Transfert tendineux. – Grand dorsal. – Grand pectoral. – Deltoïde.

ABSTRACT – LARGE AND IRREPARABLE ROTATOR CUFF TEARS: LATISSIMUS DORSI OR PECTORALIS MAJOR TRANSFERTS

Large and irreparable rotator cuff tears remains challenging in young and active patients. Two different conditions may be observed: anterosuperior and posterosuperior rotator cuff tears. Latissimus dorsi tendon transfer may be proposed for patients with chronic shoulder pain and deficiency in lateral rotation. Pectoralis major tendon transfer may be indicated for the substitution of the insufficient subscapularis (painful shoulder, lack of internal rotation). Contra-indication of those transfer are mainly: deltoid muscle deficiency, lack of patient's motivation for a long rehabilitation program and at least age of the patient. If an irreparable subscapularis tear is associated with an irreparable infraspinatus tear, the results are clearly less favorable and a tendon transfer may not be warranted.

Keywords: Irreparable cuff tear. – Tendinous transfer. – Latissimus dorsi. – Pectoralis major. – Deltoid flap.

Introduction

Les ruptures larges de la coiffe des rotateurs posent des problèmes thérapeutiques difficiles, notamment chez les patients jeunes et professionnellement actifs. Les ruptures larges peuvent être classées en ruptures antérosupérieures et en ruptures postérosupérieures. Les options thérapeutiques dans ce type de situation sont : le simple débridement avec ténotomie ou ténodèse du tendon du chef long du biceps, la réparation partielle ou complète de la coiffe, et évidemment les transferts musculaires.

Les transferts tendineux ont initialement été proposés pour restaurer la fonction de l'épaule suite aux

paralysies obstétricales [12,13,34]. Puis le transfert du muscle trapèze a été proposé pour la gestion des ruptures massives et irréparables de la coiffe des rotateurs, tout comme le muscle grand rond pour la coiffe postérieure [33]. Mais les limites anatomiques liées à une course tendineuse insuffisante et les résultats cliniques de ces transferts étaient limités, et ils ont donc été abandonnés [38]. C'est dans ces conditions que se sont développées les techniques de transfert du muscle grand dorsal et grand rond pour les ruptures de la coiffe postérosupérieure, ainsi que du muscle grand pectoral pour les ruptures du subscapulaire.

Idéalement, ces transferts sont destinés à des patients jeunes, présentant une rupture irréparable de la coiffe

¹Centre de chirurgie orthopédique et de la main, avenue Baumann, 67400 Illkirch-Graffenstaden, France.

des rotateurs, dont les principales plaintes sont les douleurs et la perte de force. La valeur des muscles donneurs dépend de trois facteurs : la longueur du muscle et de son tendon, le mouvement rotatoire que l'on peut créer, l'amplitude de la force appliquée à l'humérus proximal. D'emblée, il faut signaler que les transferts musculaires sont principalement destinés à soulager le patient de douleurs permanentes et à améliorer sa fonction; le transfert ne permettra théoriquement pas de lui redonner de la force musculaire. Takahashi et al. [32] ont mené une étude originale dont le but était de déterminer le nombre, la longueur des sarcomères, ainsi que la longueur tendineuse de muscles transférés (étude animale). Très rapidement après le transfert, le nombre de sarcomères s'élève. Durant les 8 premières semaines, la longueur tendineuse augmente. Dans ces conditions, il ne peut pas y avoir d'augmentation franche de la force de tension musculaire.

Lambeau de grand dorsal

Bilan clinique et d'imagerie

Voir les chapitres pages 24 et 45.

Indications et contre-indications

Irlenbusch et al. [22] ont montré sur 52 patients, avec un recul de 50 mois, que les résultats étaient les meilleurs en cas de chirurgie primaire et en cas de rupture postérosupérieure de la coiffe, sans lésion du subscapulaire, sans histoire d'instabilité de l'épaule et sans lésion du muscle deltoïde.

Pour certains auteurs, il semble indispensable d'évaluer correctement le petit rond en préopératoire [4] car si sa lésion partielle n'a que peu d'influence sur le résultat final, son infiltration graisseuse représente un facteur prédictif du résultat de la chirurgie. Cette notion est confirmée par Nové-Josserand et al. [28], à propos de 26 patients, dont 13 présentaient une infiltration graisseuse de stade 2 du petit rond. Le gain sur la rotation latérale était modeste, avec une amélioration de 7°. Certains patients qui présentaient une infiltration graisseuse du petit rond avaient même perdu de la rotation latérale.

Technique chirurgicale

La technique chirurgicale du transfert de muscle grand dorsal dans les ruptures larges de la coiffe des rotateurs a été décrite par Gerber et al. [15] et nécessite une double voie.

Le patient est installé en décubitus latéral et légèrement en proclive. Le premier temps est le temps du

prélèvement musculaire. Une incision postérieure permet d'aborder le muscle grand dorsal dont le corps musculaire est facilement identifiable de celui du muscle grand rond (ce qui n'est pas toujours le cas des tendons) [figure 1]. Après désinsertion humérale, la dissection se poursuit à la face profonde du corps musculaire, en prenant soin de respecter les pédicules vasculonerveux situés à ce niveau. Le tendon du grand dorsal, toujours très fin, peut nécessiter d'être renforcé soit par une bandelette de fascia lata, soit par une bandelette de PDS résorbable.

Dans un second temps, une voie d'abord antéro-latérale de coiffe est nécessaire pour réaliser le bilan lésionnel et une acromioplastie. Dans tous les cas, une ténodèse du biceps est réalisée dans le sillon intertuberculaire. Le tendon est ensuite passé à plat sous le chef postérieur du muscle deltoïde pour rejoindre l'espace sous-acromial et être fixé sur le tubercule majeur (figure 2). Cette fixation se fait à la fois sur la partie supérieure et latérale de la tubérosité et sur le bord supérieur du tendon subscapulaire.

En postopératoire

Comme pour tous les autres transferts musculaires, la rééducation postopératoire est indispensable et surtout prolongée.

En fin d'intervention, le membre supérieur est immobilisé sur une attelle d'abduction à 60° pour une durée de 6 semaines. Généralement, une rééducation purement passive est débutée immédiatement, au-dessus du plan de l'attelle. Puis la rééducation active déchargée est autorisée. La reprise des activités quotidiennes n'est autorisée que très progressivement. Le renforce-

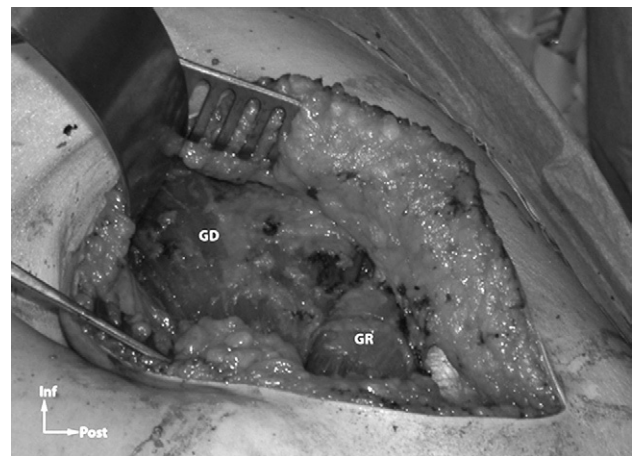


Figure 1. Prélèvement du muscle grand dorsal par une voie postérieure. Le corps musculaire est identifié par rapport à celui du grand rond.

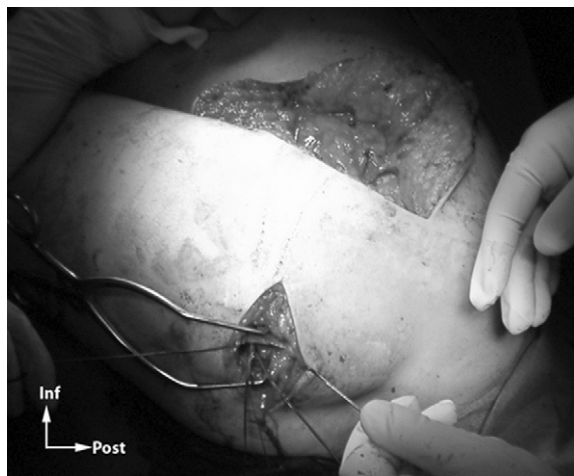


Figure 2. Le tendon transféré est passé sous le chef postérieur du muscle deltoïde pour être fixé sur le tubercule majeur par une voie antérolatérale.

ment musculaire n'est pas entrepris avant le 6^e mois, en insistant sur la récupération de la rotation externe (figure 3).

Résultats et complications

Gerber et al. [14] ont revu 69 transferts opérés selon leur technique à deux incisions, avec un recul moyen de 53 mois. La mobilité active en rotation externe était de 22° en préopératoire à 29° en postopératoire. Radiologiquement, le transfert de grand dorsal ne permettait pas de stopper l'évolution arthrosique.

Weening et Willems [35] ont rapporté une série de 16 transferts de grand dorsal avec un recul moyen de 26 mois. Il s'agissait de transfert isolé de grand dorsal fixé sur le sommet du tubercule majeur, recouvrant le « footprint » du supra- et de l'infraépineux. Globalement, les résultats étaient bons, avec un score de Constant passant de 39 points en moyenne à 63 points en postopératoire. Les auteurs ont insisté sur le fait que si les résultats sont bons sur la fonction, permettant une reprise des activités quotidiennes, ce transfert ne permet pas de redonner de la force musculaire au patient.

Des résultats similaires ont été notés par Birmingham et Neviaser [2] à propos de 19 patients. La mobilité en élévation passait de 56° en préopératoire à 137° en postopératoire; la rotation latérale de 31 à 45°. À propos de 18 patients, Zafra et al. [39] retrouvaient une amélioration du score de Constant de 21 points. Le transplant était réinséré sur la portion antérosupérieure du tubercule majeur, et suturé directement sur le tendon du subscapulaire. Ils n'ont pas retrouvé de signe de dégénérescence arthrosique chez ces patients.



Figure 3. Résultat clinique à 6 mois d'un transfert de muscle grand dorsal pour une rupture irréparable du supra- et de l'infraépineux. La patiente, qui présentait une épaule pseudo-paralytique, a retrouvé de la rotation externe.

Irlenbusch et al. [21] ont étudié les résultats électromyographiques (EMG) de 45 transferts à 6, 9 et 19 mois postopératoires, en les comparant au côté controlatéral, pour certains mouvements répétés d'élévation et de rotation latérale. Ils ont retrouvé une forte corrélation entre l'activité EMG de surface et les résultats cliniques.

Pour Weening et Willems [35], les patients présentant une rupture associée du subscapulaire avaient de mauvais résultats. Le problème des lésions du subscapulaire a également été relevé par Nové-Josserand et al. [28]. La présence d'une telle rupture contre-indique même la réalisation d'un transfert de grand dorsal pour cette équipe. Ce qui ressort clairement, c'est la nécessité d'avoir un subscapulaire intact lors de la réalisation d'un transfert de grand dorsal [14,35,36]. Werner et al. [37] ont étudié le rôle du muscle subscapulaire dans les transferts de muscle grand dorsal. Les auteurs ont mis au point un modèle biomécanique permettant de comparer un transfert de muscle grand dorsal avec ou sans présence d'un muscle subscapulaire intact. Lors de la cocontraction musculaire, les auteurs ont observé une translation postérieure de 13 mm de la tête humérale, et une translation antérieure de 19 mm en cas de lésion du muscle subscapulaire. Cette situation s'aggrave si le membre supérieur est en abduction. Cette étude biomécanique confirme les impressions cliniques rapportées

selon lesquelles, en cas de lésion du muscle subscapulaire, une subluxation antérieure de la tête humérale est observée dans les transferts de muscle grand dorsal.

Werner et al. [36] ont déterminé les facteurs psychomoteurs qui permettent de prédire quels patients sont susceptibles d'avoir de bons résultats. Certains patients présentant une lésion du subscapulaire, une infiltration graisseuse de la coiffe restante, une insuffisance du deltoïde, une diminution de l'espace sous-acromial, la présence d'une raideur de l'épaule et enfin de lésions arthrosiques préopératoires ont été exclus de cette étude. Avec un recul minimum de 2 ans, les 10 patients avec les meilleurs scores de Constant et les 10 patients avec les scores de Constant les plus faibles ont été inclus, les deux groupes ne présentant pas de différence préopératoire en termes de score de Constant et de type de lésion. Des tests psychomoteurs et des EMG ont été réalisés. Les patients dont les résultats cliniques étaient les meilleurs avaient un examen EMG montrant qu'ils avaient été capables d'activer leur muscle transféré. Les patients qui arrivaient à contracter le grand dorsal du membre supérieur non opéré avaient les meilleurs résultats cliniques, en termes de mobilité et de force.

Pour améliorer la récupération de la rotation latérale :

- il est souhaitable de fixer le transfert sur la partie latérale et inférieure du tubercule majeur pour Favre et al. [6]. Ling et al. [23] ont fait les mêmes observations ;
 - certains auteurs ont proposé un transfert conjoint de grand dorsal et de grand rond par une incision antérieure unique [16], à condition de séparer les deux tendons avant de les réinsérer, car leur course n'est pas la même [26]. Le gain en rotation latérale pour les 7 patients ne présentant pas d'arthrose glénohumérale, mais une perte de rotation latérale sans perte d'élévation antérieure, était de 27° en moyenne, sans perte d'élévation antérieure ni de rotation médiale. Ces résultats semblent encore meilleurs en cas de transfert associé à la mise en place d'une prothèse inversée [3].
- Pour améliorer la qualité de la cicatrisation du transfert, plusieurs auteurs ont modifié la technique initiale de Gerber :
- Moursy et al. [27] ont utilisé un transfert de grand dorsal isolé pour traiter 42 patients présentant une rupture de la coiffe postérosupérieure. Une première série de 22 patients ont été traités selon la technique décrite par Gerber puis, pour améliorer la qualité du transfert, un fragment osseux a été prélevé. À la révision, tous les patients ont été évalués avec une imagerie par résonance magnétique (IRM). Le score de Constant est passé de 43 à 54 dans le premier groupe et de 40 à 74 dans le second groupe. Sur 8 mauvais résultats, 6 appartenaient au premier groupe et présentaient une rupture du transfert, avec notamment pour 4 une rétraction du tendon et une infiltration graisseuse avancée du corps

musculaire ; les 2 autres étaient du second groupe : l'un présentait une rupture du subscapulaire et pour l'autre, la cause du mauvais résultat n'a pas été retrouvée. Les auteurs recommandent donc de prélever un fragment osseux pour améliorer la qualité de la cicatrisation qui devient alors une consolidation ;

- Pearsall et al. [30] ont également proposé de renforcer le tendon par une allogreffe. Il s'agissait d'une série de 7 patients présentant un échec d'une première réparation de coiffe. Les résultats étaient significatifs sur le score de Constant.

Il faut noter que, dans la littérature, c'est une intervention à faible morbidité [25]. Certains auteurs ont proposé de réaliser un transfert arthroscopique [17]. Il s'agit en fait d'un prélèvement mini-open et d'une fixation sous arthroscopie. L'intérêt avancé par les auteurs est de minimiser la morbidité sur le deltoïde.

Cette intervention présente certains risques neurologiques :

- Morelli et al. [26] ont montré que, pour ne pas prendre de risque par rapport au nerf radial, une bande tendineuse dense est à repérer entre les tendons du muscle grand rond et du muscle grand dorsal ; le nerf se trouve 22 mm en dessous de cette structure fibreuse ;
- Pearle et al. [29] ont montré que la distance moyenne entre l'insertion humérale du grand dorsal et le paquet thoracodorsal est de 13,1 cm, et de 7,4 cm par rapport aux insertions du muscle grand rond. C'est en cas de transfert combiné que ces structures sont le plus à risque lors de la mobilisation des tendons et du passage tendineux sous le chef postérieur du muscle deltoïde.

Lambeau de grand pectoral

Bilan clinique et d'imagerie

Le diagnostic de rupture du tendon du muscle subscapulaire est essentiellement clinique. Le patient présente en outre une augmentation de la rotation latérale passive ; la force en rotation externe est diminuée [34]. Le *lift-off test* et le *belly-press test* sont les tests les plus fiables pour le diagnostic de cette lésion de la coiffe [12,13].

Comme pour les autres lésions de la coiffe des rotateurs, l'analyse de l'arthroscanner [19] ou de l'arthroIRM [7] permet de définir le caractère irréparable de la lésion : dégénérescence graisseuse avancée et atrophie musculaire.

Indications et contre-indications

Les indications de transfert de grand pectoral pour rupture irréparable du subscapulaire restent discutées et sont modulées en fonction des plaintes du patient, de son déficit fonctionnel et de ses demandes. Il est

également important de prendre en compte les lésions associées : autres tendons de la coiffe, lésions arthrosiques, antécédents de chirurgie et surtout adhésion du patient au projet thérapeutique.

Les meilleurs résultats sont observés chez les patients les plus jeunes présentant une lésion isolée du subscapulaire, sans antécédents de chirurgie de l'épaule [31,38]. Les résultats sont bien entendu moins bons en cas de lésion de la coiffe antérosupérieure, d'association avec instabilité antérieure de l'épaule et surtout si cette rupture est secondaire à une arthroplastie glénohumérale.

Technique chirurgicale [11]

Le patient est opéré en position semi-assise, le membre supérieur doit être libre pour être mobilisé dans tous les plans. L'abord se fait par une voie delto-pectorale étendue vers le bas pour pouvoir aborder l'ensemble du tendon du grand pectoral. Le tissu cicatriciel qui recouvre le tubercule mineur doit être excisé; le tendon du chef long du biceps est ténodésé s'il n'est pas déjà rompu. Il faut repérer et protéger le nerf axillaire. Le plan entre le tendon conjoint et le grand pectoral est développé. La face superficielle du grand pectoral est disséquée; le chef sternal et le chef claviculaire sont individualisés. Seul le chef sternal est prélevé, puis il est passé sous le chef claviculaire (figure 4). La dissection de la face profonde du grand pectoral ne doit pas excéder 10 cm pour ne pas le dénervé. Puis le tendon est fixé sur le tubercule mineur en utilisant soit des points transosseux, soit des ancrés. La position du membre au moment de la fixation du tendon est essentielle; le transfert doit permettre une rotation latérale d'au moins 30°. La portion supérieure du tendon transféré est fixée au bord antérieur du supraépineux pour refermer l'intervalle des rotateurs (figure 5).

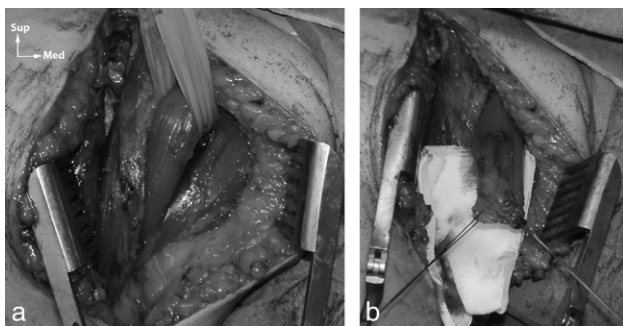


Figure 4. Le prélèvement du muscle grand pectoral se limite au prélèvement du chef sternal (repérage puis ténotomie de la portion tendineuse correspondant), principalement pour des raisons cosmétiques.

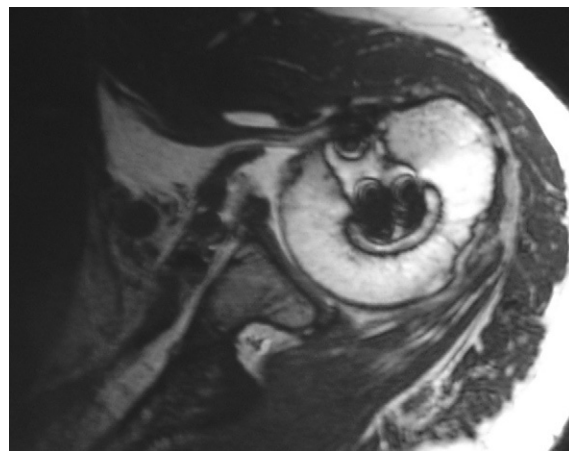


Figure 5. Résultat IRM d'un transfert de muscle grand pectoral passé sous le tendon conjoint et cicatrisé sur le tubercule mineur.

En postopératoire

L'épaule est immobilisée dans une attelle coude au corps pendant 6 semaines. La mobilisation passive est débutée en limitant la rotation latérale à la position neutre. Puis la mobilisation active aidée est autorisée, tout comme les activités quotidiennes, sans résistance avant le 4^e mois, date du début du renforcement musculaire. La reprise d'une activité professionnelle ou sportive n'est pas attendue avant le 6^e mois.

Résultats et complications

Les ruptures isolées du muscle subscapulaire ou de la coiffe antérosupérieure sont rares, comparées à celles du tendon du muscle supraépineux [34]. Dans la mesure où, cliniquement, cette rupture est d'expression peu spécifique (douleur et manque de force, sans perte de fonction), le diagnostic est souvent retardé [12]. Ceci explique que bien souvent, à l'arthroscanner, on observe un muscle dégénératif, irréparable (atrophie musculaire et dégénérescence graisseuse avancée). Ce type de lésion touche souvent l'adulte jeune et actif. Dans ces conditions, le transfert de tendon du muscle grand pectoral reste la seule option.

En 1997, Wirth et al. [38] ont rapporté de bons résultats avec ce transfert tendineux, et depuis aucun autre transfert n'a été proposé dans la prise en charge de ce type de lésion irréparable. Initialement, c'est la partie supérieure du tendon qui était transférée [38], puis Resch et al. [31], Galatz et al. [8] ont proposé de passer le tendon du grand pectoral sous le tendon conjoint, pour améliorer sa course et donc son action. Bien entendu, la proximité du nerf musculocutané

peut potentiellement être un problème, et *a fortiori* si une chirurgie première a déjà été réalisée, le tissu cicatriciel ayant modifié les rapports anatomiques normaux. L'analyse de la littérature ne montre pas que la morbidité de cette technique soit supérieure à celle des transferts en avant du tendon conjoint [9], pour des résultats identiques à ceux de Wirth et Rockwood [38]. Dans le même esprit d'amélioration de la force et du parcours du transfert, Warner [34] a proposé de ne transférer que le chef sternal du muscle grand pectoral, en le passant sous le chef claviculaire avant de le fixer sur le tubercule mineur, en y associant éventuellement le transfert du muscle grand rond en cas d'instabilité associée [11].

L'analyse des séries publiées montre que le gain fonctionnel reste souvent modéré, et les tests cliniques du subscapulaire (*lift-off* et *belly-press test*) restent positifs [5,8,11,12,13,31,34]. Les meilleurs résultats sont observés chez les patients n'ayant pas eu de chirurgie avant le transfert tendineux, surtout lorsque la rupture est isolée [9].

Elhassan et al. [5] ont analysés trois cas de figure :

- groupe 1 : rupture du subscapulaire après échec de traitement d'une instabilité de l'épaule;
- groupe 2 : rupture après chirurgie prothétique de l'épaule;
- groupe 3 : rupture du subscapulaire dans le cadre d'une rupture massive de la coiffe.

Chaque fois, c'est le chef sternal qui a été transféré, en le passant sous le chef claviculaire, en avant du tendon conjoint. Les plus mauvais résultats ont été observés pour les patients du groupe 2, avec une absence d'amélioration du score de Constant et une absence d'amélioration de la douleur. De plus, 6 transferts sur 8 étaient rompus à la révision, conduisant dans 5 cas à une récurrence de l'instabilité antérieure. Dans le groupe 1, 7 patients sur 11 signalaient une amélioration des douleurs et une amélioration de la fonction. Il en était de même pour le groupe 3. Il reste que dans ces deux groupes, les autres patients étaient déçus de l'intervention du fait de la persistance des douleurs et d'une absence d'amélioration fonctionnelle.

Lambeau de muscle deltoïde

Technique chirurgicale

La technique a été décrite par Apoil et Augereau en 1985 [1].

Le patient est installé soit en position semi-assise, soit en décubitus dorsal avec un coussin entre le bord spinal de la scapula et la colonne vertébrale. Par une voie d'abord supérolatérale, le faisceau antérieur du

deltoïde moyen est désinséré de l'acromion. La bourse sous-acromio-deltoïdienne est excisée; le moignon proximal du supraépineux et de l'infraépineux est identifié et avivé. Le lambeau est prélevé par dissection dans le sens des fibres, en veillant à ne pas aller plus distalement que 3 cm du bord latéral de l'acromion pour ne pas mettre en danger le nerf axillaire et surtout le pédicule nourricier du lambeau. Le transfert est alors basculé dans la perte de substance et suturé au tendon restant du muscle supraépineux, ainsi qu'à la coiffe antérieure et postérieure restante. La zone de prélèvement au niveau du faisceau antérieur du chef moyen du deltoïde est laissée ouverte, sans tenter d'en rapprocher les berges.

En postopératoire

En postopératoire, le patient est installé sur une attelle d'abduction, pour une durée de 6 semaines. Durant cette période, aucune mobilisation, même passive, n'est autorisée. Puis une rééducation quotidienne active aidée est débutée et sera prolongée pour une durée d'au moins 3 mois. Le rythme des séances de kinésithérapie peut alors être allégé, mais il devra être prolongé dans le temps (en moyenne de 9,4 mois pour Lu et al. [24]). Le renforcement musculaire n'est pas conseillé avec ce lambeau.

Résultats et complications

Les séries sont peu nombreuses. Lu et al. [24] ont rapporté les résultats à long terme des lambeaux de muscle deltoïde pour rupture irréparable de la coiffe des rotateurs, à propos de 18 patients (20 épaules), avec un recul de 14 ans. La plainte principale était des douleurs persistantes et une fatigabilité invalidante.

Les résultats mettaient en évidence une amélioration significative du score de Constant absolu, qui passait de 49 en préopératoire à 71 en postopératoire, avec principalement un gain sur la douleur qui passait de 5,3 à 13,8. Dans cette série, la mobilité n'était pas améliorée par ce transfert : l'élévation passait de 144 à 149° et la rotation externe de 47 à 48°. Ces résultats cliniques étaient très proches de ceux rapportés par Glanzmann et al. [18] à propos de 31 transferts, avec un recul moyen de 53 mois.

A contrario, Gédouin et al. [10], à propos de 41 cas et avec un recul moyen de 7 ans, retrouvaient une amélioration fonctionnelle significative : le score de Constant passait de 37 à 62 points, l'antépulsion passait de 113 à 148°, et surtout le patient gagnait en moyenne 1,6 kg de force en abduction.

Du point de vue de l'imagerie, les auteurs rapportent qu'en fait, sur les 20 transferts, 10 étaient intacts à la révision et 10 étaient totalement rompus, sans influence sur le score de Constant final. Ce taux de rupture secondaire est même plus important dans la série de Glanzmann et al. [18]. Au dernier recul, seulement 19 % des transferts étaient intacts échographiquement.

Quelle que soit la série [10,18,24], radiologiquement, les patients présentaient une évolution arthrosique, plus prononcée chez les patients dont les lambeaux sont rompus, avec une migration supérieure de leur tête humérale et une évolution de leur arthrose glénohumérale.

Hadjicostas et al. [20] ont suggéré une modification de la technique opératoire sur la base d'une série de 61 patients revus avec un recul de 46 mois. Le pré-

lèvement comprenait plus de deltoïde postérieur que dans la technique originale, pour limiter les conséquences fonctionnelles liées au prélèvement du chef moyen. Les résultats sur la fonction étaient significativement meilleurs, avec une élévation antérieure passant de 90 à 165°. Le score de Constant était également amélioré, passant de 33 à 77. Quarante-deux des 45 transferts étaient présents à l'IRM au dernier recul. Les auteurs n'ont pas observé d'évolution arthrosique pour 48 patients.

Cette revue de la littérature peut amener la conclusion que ce transfert ne peut plus être recommandé car les résultats cliniques sont proches de ceux observés avec des techniques moins invasives, notamment la ténotomie du biceps et le débridement sous-acromial.

RÉFÉRENCES

- [1] Apoil A, Augereau B. Le lambeau de deltoïde dans la réparation des larges pertes de substance de la coiffe des rotateurs. *Chirurgie* 1985; 1 : 287–90.
- [2] Birmingham PM, Nevaizer RJ. Outcome of latissimus dorsi transfer as a salvage procedure for failed rotator cuff repair with loss of elevation. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 871–4.
- [3] Boileau P, Chuinard C, Roussanne Y, Neyton L, Trojani C. Modified latissimus dorsi and teres major transfer through a single delto-pectoral approach for external rotation deficit of the shoulder : as an isolated procedure or with a reverse arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 : 671–82.
- [4] Costouros JG, Espinosa N, Schmid MR, Gerber C. Teres minor integrity predicts outcome of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 : 727–34.
- [5] Elhassan B, Ozbaydar M, Massimini D, Diller D, Higgins L, Warner JJP. Transfer of pectoralis major for the treatment of irreparable tears of subscapularis : does it work? *J Bone Joint Surg* 2008; 90 : 1059–65.
- [6] Favre P, Loeb MD, Helmy N, Gerber C. Latissimus dorsi transfer to restore external rotation with reverse shoulder arthroplasty : a biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 650–8.
- [7] Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff : assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8 : 599–605.
- [8] Galatz LM, Connor PM, Calfee RP, Hsu JC, Yamaguchi KY. Pectoralis major transfer for anterior-superior subluxation in massive cuff insufficiency. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12 : 1–5.
- [9] Gavrilidis I, Kircher J, Magosch P, Lichtenberg S, Habermeyer P. Pectoralis major transfer for the treatment of irreparable anterior superior rotator cuff tears. *Int Orthop* 2010; 34 : 689–94.
- [10] Gédouin JE, Katz D, Colmar M, Thomazeau H, Crovetto N, Langlais F. Le lambeau deltoïdien dans les ruptures massives de la coiffe des rotateurs. 41 cas avec un recul moyen de 7 ans (minimum 5 ans). *Rev Chir Orthop* 2002; 88 : 365–72.
- [11] Gerber A, Clavert P, Millett PJ, Holovac TF, Warner JJP. Split pectoralis major and teres major tendon transfers for reconstruction of irreparable tears of the subscapularis. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2004; 5 : 5–12.
- [12] Gerber C, Hersche O, Farron A. Isolated rupture of the subscapularis tendon. Results of operative repair. *J Bone Joint Surg* 1996; 78 : 1015–23.
- [13] Gerber C, Krushell RJ. Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle. Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg* 1991; 73 : 389–94.
- [14] Gerber C, Maquieira G, Espinosa N. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg* 2006; 88 : 113–20.
- [15] Gerber C, Vinh TS, Hertel R, Hess CW. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tear. A preliminary report. *Clin Orthop* 1988; 232 : 51–61.
- [16] Gerhardt C, Lehmann L, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Modified L'Episcopo tendon transfers for irreparable rotator cuff tears : 5-year follow-up. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 : 1572–7.
- [17] Gervasi E, Causero A, Parodi PC, Raimondo D, Tancredi G. Arthroscopic latissimus dorsi transfer. *Arthroscopy* 2007; 23 : 243.e1–e4.
- [18] Glanzmann MC, Goldhahn J, Flury M, Schwyzler HK, Simmen BR. Deltoid flap reconstruction for massive rotator cuff tears : mid- and long-term functional and structural results. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 439–45.
- [19] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and post-operative evaluation by CT scan. *Clin Orthop* 1994; 304 : 78–83.
- [20] Hadjicostas PT, Soucacos PN, Theissen M, Thielemann FW. The use of split deltoid-flap in the treatment of massive rotator cuff defects : a retrospective study of 61 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008; 16 : 876–83.
- [21] Irlenbusch U, Bernsdorf M, Born S, Gansen HK, Lorenz U. Electromyographic analysis of muscle function after latissimus dorsi tendon transfer. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 492–9.

- [22] Irlenbusch U, Bracht M, Ganssen HK, Lorenz U, Thiel J. Latissimus dorsi transfer for irreparable rotator cuff tears : a longitudinal study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 527–34.
- [23] Ling HY, Angeles JG, Horodyski MB. Biomechanics of latissimus dorsi transfer for irreparable posterolateral rotator cuff tears. *Clin Biomech* 2009 ; 24 : 261–6.
- [24] Lu XW, Verborgt O, Gazielly DF. Long-term outcomes after deltoid muscular flap transfer for irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 732–7.
- [25] Miniaci A, MacLeod M. Transfer of the latissimus dorsi muscle after failed repair of a massive tear of the rotator cuff. A two- to five-year review. *J Bone Joint Surg* 1999 ; 81 : 1120–7.
- [26] Morelli M, Nagamori J, Gilbert M, Miniaci A. Latissimus dorsi tendon transfer for massive irreparable cuff tears : an anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 139–43.
- [27] Moursy M, Forstner R, Koller H, Resch H, Tauber M. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears : a modified technique to improve tendon transfer integrity. *J Bone Joint Surg* 2009 ; 91 : 1924–31.
- [28] Nove-Josserand L, Costa P, Liotard JP, Safar JF, Walch G, Zilber S. Results of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable cuff tears. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009 ; 95 : 108–13.
- [29] Pearle AD, Voos JE, Kelly BT. Surgical technique and anatomic study of latissimus dorsi and teres major transfers : surgical technique. *J Bone Joint Surg* 2007 ; 89 : 284–96.
- [30] Pearsall IV AW, Madanagopal SG, Karas SG. Transfer of the latissimus dorsi as a salvage procedure for failed debridement and attempted repair of massive rotator cuff tears. *Orthopedics* 2007 ; 30 : 943–9.
- [31] Resch H, Povasz P, Ritter E, Matschi W. Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg* 2000 ; 82 : 372–82.
- [32] Takahashi M, Ward SR, Marchuk LL, Frank CB, Lieber RL. Asynchronous muscle tendon adaptation after surgical tensio-ning procedures. *J Bone Joint Surg* 2010 ; 92 : 664–74.
- [33] Warner JJP, Higgins L, Parsons IMt, Dowdy P. Diagnosis and treatment of anterosuperior rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2001 ; 10 : 37–46.
- [34] Warner JJP. Management of massive irreparable rotator cuff tears : the role of tendon transfer. *Instr Course Lect* 2001 ; 50 : 63–71.
- [35] Weening AA, Willems WJ. Latissimus dorsi transfer for treatment of irreparable rotator cuff tears. *Int Orthop* 2010 ; 34 : 1239–44.
- [36] Werner CM, Ruckstuhl T, Müller R, Zanetti M, Gerber C. Influence of psychomotor skills and innervation patterns on results of latissimus dorsi tendon transfers for irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 22S–28S.
- [37] Werner CM, Zingg PO, Lie D, Jacob HA, Gerber C. The biomechanical role of the subscapularis in latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2006 ; 15 : 736–42.
- [38] Wirth MA, Rockwood CA. Operative treatment of irreparable rupture of the subscapularis. *J Bone Joint Surg* 1997 ; 79 : 722–31.
- [39] Zafra M, Carpintero P, Carrasco C. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. *Int Orthop* 2009 ; 33 : 457–62.

Place des prothèses

L. FAVARD¹, J. BERHOUET¹, D. MOLÉ²

RÉSUMÉ

La mise en place d'une prothèse articulaire, en l'absence de lésion cartilagineuse, pour un problème uniquement tendineux, est une particularité de l'épaule.

Dans ce contexte, les contre-indications des traitements conservateurs sont habituellement les indications des prothèses en général inversées. Il s'agit des épaules pseudoparalytiques, des stades III de Hamada, des excentrations statiques antérieures pour les ruptures antérosupérieures et de l'absence de subscapulaire correct pour les ruptures postérosupérieures.

Cependant, les prothèses inversées ont des limites. Elles donnent de moins bons résultats chez les patients déjà opérés, chez les plus jeunes et chez ceux ayant conservé une élévation active. La prothèse ne redonne pas une rotation externe active et la présence du *teres minor* doit être analysée en préopératoire pour poser l'indication d'un transfert associé du *latissimus dorsi*.

Ainsi, l'indication est basée sur une analyse de l'état clinique du patient et notamment de ses mobilités actives, en élévation et en rotation. Elle est également basée sur l'imagerie pour analyser l'excentration antérieure de la tête, la qualité du petit rond et du subscapulaire et le stade de Hamada. La meilleure indication d'une prothèse inversée est une épaule pseudoparalytique avec une rupture antérosupérieure massive, une conservation des rotateurs externes et une excentration statique de la tête.

La technique de pose ne diffère pas de celle d'une prothèse inversée dans le cadre d'une omarthrose excentrée si ce n'est la qualité osseuse de la glène, souvent médiocre, et la taille de cette dernière, souvent petite, surtout chez les femmes.

D'une façon générale, plus le handicap préopératoire est important, meilleur sera le résultat en termes de gain. Enfin, la longévité encore mal connue de cette prothèse doit inciter à la prudence en cas d'indication chez des patients de moins de 65 ans.

Mots clés : Rupture de coiffe. – Prothèse inversée.

ABSTRACT – PROTHESES

To implant a shoulder arthroplasty, to solve a tendon insufficiency without cartilage damage, is a peculiarity of the shoulder.

*A reverse prosthesis is indicated when there is a risk of failure with usual conservative treatments, that means for pseudoparalytic shoulder, for stage III according to Hamada, for anterior static migration of the humeral head in case of massive anterosuperior tears and when subscapular is not correct in case of massive posterosuperior tears. However, the reverse prostheses have some limitations. They give poorer results in patients already operated on previously, for the youngest and among those who still have active elevation. The prosthesis does not restore active external rotation and the presence of the *teres minor* should be analyzed preoperatively. This is to consider indication of an associated transfer of *latissimus dorsi*.*

*Thus, the indication is based on an analysis of the patient's clinical status including active elevation and rotation. It is also based on imaging to analyze the horizontal displacement of the head, the quality of *teres minor* and *subscapularis* and the stage of Hamada. The best indication of a reverse prosthesis is a pseudoparalytic shoulder with an anterior superior massive cuff tear, a good posterior cuff and a static anterior migration of the head.*

The technique does not differ from that one of a reverse prosthesis in cuff tear arthropathy except that of the glenoid bone quality is often poor and with a small size, especially among women.

Usually, the higher the preoperative disability is important, the better the result in terms of gain. Lastly, survivorship of this prosthesis is still poorly known and indication in patients under 65 years must be very cautious.

Keywords: Massive cuff tears. – Reversed prosthesis.

¹Orthopédie 1, CHU Trousseau, 37044 Tours cedex, France.

²Centre chirurgical Émile-Gallé, 49, rue Hermite, 54000 Nancy, France.

La mise en place d'une prothèse articulaire, en l'absence de lésion cartilagineuse, pour un problème uniquement tendineux, est une particularité de l'épaule. Une telle indication trouve sa justification dans un des rôles essentiels des muscles de la coiffe des rotateurs : la stabilisation active de l'articulation glénohumérale. L'indication d'une prothèse, dans un tel contexte, dépend des contre-indications aux autres traitements d'une part et des causes d'échec des prothèses d'autre part.

Toutes les ruptures irréparables de la coiffe des rotateurs ne sont pas symptomatiques [30], mais, lorsque c'est le cas, deux types de symptôme peuvent être rencontrés et plus ou moins associés : la douleur et le manque de force (voire l'impotence complète). Avant d'envisager la mise en place d'une prothèse dans un tel contexte, toutes les autres possibilités thérapeutiques doivent avoir été envisagées, le traitement médical en premier lieu. Lorsque celui-ci n'est plus efficace, différents traitements chirurgicaux peuvent être proposés, ayant chacun des contre-indications formelles et relatives, qui sont souvent les indications des prothèses.

Causes d'échec et contre-indications des traitements chirurgicaux « conservateurs »

(tableau 1)

Traitement palliatif

Il consiste habituellement en une ténotomie ou une ténodèse du long biceps éventuellement associée à une acromioplastie et à un débridement [28]. Sur 307 ténotomies du long biceps revues avec un recul minimum de 2 ans, Walch et al. [28] ont noté une amélioration significative du score de Constant [7] de 48,4 à 67,6, notamment en ce qui concerne le paramètre douleur passant de 3,4 à 11. L'élévation active est passée de 153,4 à 164,6°. Un tel traitement apparaît donc efficace sur la douleur et sur la récupération d'une mobilité active en élévation. Cependant, dans cette étude, l'infiltration graisseuse de l'infraépineux et du

subscapulaire est apparue comme un facteur pronostique d'un moins bon score de Constant et d'une moins bonne mobilité. Dans une étude similaire, Boileau et al. [2] notaient qu'en dehors de 3 patients pseudoparalytiques, l'intervention avait permis de récupérer une bonne élévation active chez les 15 patients ayant une élévation limitée en préopératoire. Il notait également le rôle d'un petit rond correct sur le score de Constant et la rotation externe active en postopératoire. Il concluait sur la contre-indication d'un tel geste en cas d'épaule pseudoparalytique ou d'un stade de Hamada [20] au-delà du stade II, ces deux situations constituant pour lui une indication à la mise en place d'une prothèse inversée.

En conclusion, les contre-indications formelles au traitement palliatif par ténotomie ou ténodèse du long biceps, acromioplastie et débridement sont les vraies épaules pseudoparalytiques, les stades de Hamada au-delà du stade II (figure 1) et les grandes ruptures antérosupérieures (figure 2).

Transferts musculaires

Si les lambeaux deltoïdiens sont maintenant pratiquement abandonnés, deux transferts musculaires restent régulièrement utilisés : le transfert du latissimus dorsi en cas de rupture postérosupérieure, et le transfert du grand pectoral en cas de rupture antérosupérieure.

Transfert du latissimus dorsi

Dans les grandes ruptures postérosupérieures, le transfert du grand dorsal permet d'obtenir une amélioration du *subjective shoulder value* (SSV) de 28 % à 66 % [15]. En comparant le groupe des patients ayant un subscapulaire intact à celui des patients ayant un subscapulaire altéré, Gerber et al. [15] rapportent une différence significative sur la force et la douleur, significativement améliorées si le subscapulaire était intact. Il notait également l'influence d'un petit rond correct sur le SSV. Pour Ianotti et al. [21], ce transfert est contre-indiqué en cas d'épaule

Tableau 1
Contre-indications des traitements conservateurs dans les ruptures irréparables de la coiffe des rotateurs

	Traitement palliatif	Transfert du latissimus dorsi	Transfert du pectoralis major
Clinique	Épaule pseudoparalytique	Épaule pseudoparalytique	
Stade de Hamada	> II	> II	> II
Imagerie	Rupture antérosupérieure	Rupture du subscapulaire	Excentration statique de la tête humérale



Figure 1. Bilan radiographique d'une rupture de coiffe avec une ascension de la tête humérale et une acétabularisation débutante de l'acromion : stade trop avancé pour un traitement palliatif.



Figure 2. Exemple d'ascension majeure de la tête témoignant en général d'une échappée antérieure de la tête : contre-indication pour un traitement conservateur.

pseudoparalytique, en cas de stade de Hamada supérieur à II et en cas d'atteinte deltoïdienne ou du nerf axillaire.

En conclusion, la contre-indication formelle à la réalisation d'un transfert du grand dorsal est l'absence de subscapulaire ([figure 3](#)) ou un stade de Hamada au-delà du stade II. L'absence de petit rond constitue une contre-indication relative.

Transfert du grand pectoral

Dans les grandes ruptures du subscapulaire avec ou sans rupture du supraépineux, c'est le transfert du grand pectoral qui peut être envisagé, permettant là aussi d'obtenir des améliorations significatives. Dans l'étude de Resch et al. [25], il n'y avait pas de mauvais résultats et les deux translations antérieures préopératoires de la tête humérale étaient corrigées



Figure 3. Exemple de rupture de l'infraépineux associée à une atteinte sévère du subscapulaire : contre-indication à un transfert du latissimus dorsi.



Figure 4. Excentration statique antérieure de la tête humérale : contre-indication à un transfert du grand pectoral.

en postopératoire. En revanche, dans l'étude d'Elhasan et al. [9], les échecs de ce transfert étaient directement liés à la notion d'une subluxation antérieure de la tête humérale préopératoire, ou encore à l'association avec une infiltration graisseuse majeure des muscles supra- et infraépineux. Enfin, dans l'étude de Galatz et al. [14], où le transfert a été effectué pour des cas où il existait systématiquement une subluxation antérosupérieure, au moins dynamique, le résultat a été plutôt satisfaisant sur la douleur, passant de 6,9 en préopératoire à 3,2 en postopératoire sur une échelle de 10. En revanche, l'amélioration de l'élévation active a été très moyenne, passant de 28,4° en préopératoire à 60° en postopératoire avec seulement 3 patients sur 14 capables de dépasser l'horizontale.

En conclusion, la contre-indication à la réalisation d'un transfert du grand pectoral est la subluxation antérosupérieure statique de la tête humérale (figure 4).

Prothèses de coiffe

Elles ont été réalisées avec des résultats variables et des risques de résorption osseuse. Dans la série de la Société d'orthopédie de l'Ouest [10], il existait une amélioration du score de Constant au recul de 30 mois, mais les résultats fonctionnels n'étaient pas différents de ceux des lambeaux deltoïdiens et il n'y a pas eu de récupération nette de la force.

Causes d'échec et contre-indications des traitements chirurgicaux prothétiques (tableau 2)

C'est dans ces cas de contre-indications aux traitements conservateurs qu'une prothèse peut être envisagée, sachant que son rôle n'est pas de remplacer une articulation abîmée mais de pallier le déficit de la coiffe. En d'autres termes, la *mise en place d'une prothèse totale anatomique n'est d'aucun intérêt*. Par ailleurs, une telle intervention expose la glène à un descellement rapide par un effet de cheval à bascule, comme cela a été décrit par Franklin [13]. La mise en place d'une hémiarthroplastie n'expose pas au risque du descellement glénoïdien, mais n'apporte pas plus de solution à l'impotence fonctionnelle liée à l'absence de coiffe des rotateurs. Il n'existe d'ailleurs pas de séries d'hémiarthroplasties mises en place pour une rupture irréparable de la coiffe sans arthrose. Ainsi, la seule solution prothétique raisonnable qui peut être proposée est une prothèse inversée qui doit, cependant, rester exceptionnelle.

Tableau 2
Facteurs de moins bons résultats avec les prothèses inversées

Interventions antérieures
Mobilités conservées
Absence de petit rond
Âge jeune

Ce concept développé par Grammont et al. [18] permet d'abaisser et de médialiser l'humérus. Cela augmente le bras de levier deltoïdien et permet de retrouver une élévation active satisfaisante (figure 5). Néanmoins, cette prothèse inversée ne résout pas tous les problèmes. Du fait de son caractère semicontraint, elle expose à un risque de descellement glénoïdien potentiel sur le long terme et le résultat fonctionnel se détériore au-delà de la 7^e année, parallèlement à l'augmentation des anomalies radiologiques [11,19]. Par ailleurs, la médialisation de l'humérus expose au risque d'encoche du pilier de l'omoplate [22,27] (figure 6). Enfin, du fait de l'absence de rotateur et de la médialisation de l'humérus, cette prothèse n'autorise pas de rotations satisfaisantes lorsque le coude est au corps [4]. La rotation externe n'est pratiquement jamais améliorée et souvent réduite. Le gain en rotation interne est de 2 vertèbres en moyenne, ce qui est minime. Par ailleurs, les résultats sont moins bons lorsque l'élévation active préopératoire est satisfaisante, et il peut même y avoir une diminution de l'amplitude d'élévation [23]. Enfin, dans l'étude de la SOFCOT [23], il est rapporté que sur 96 épaules avec rupture massive et antécédents chirurgicaux, 15 (17 %) étaient déçus ou mécontents du résultat de leur prothèse au dernier recul alors même que dans 9 cas, aucun événement remarquable ni aucune complication n'était survenu. Les antécédents chirurgicaux sont également causes de moins bons résultats [3,24].

Critères de l'indication opératoire

Cette analyse des contre-indications des traitements conservateurs d'une part et des mauvais résultats des prothèses inversées d'autre part montre que l'indication est essentiellement basée sur l'état clinique et l'aspect radiographique préopératoire.

Clinique

Pour bien poser l'indication, l'état clinique préopératoire doit être apprécié de façon rigoureuse, permettant de classer le patient dans quatre catégories bien différentes qui ont été définies précédemment [1,23].

La classe A est celle des patients douloureux, sans limitation des mobilités actives en élévation ou en rotation. Même si l'élévation se fait avec difficulté et sans beaucoup de force, elle est réalisable, et le principal problème de ces patients est donc celui de la douleur.

La classe B est celle des patients ayant une limitation isolée de l'élévation active sans limitation de la rotation externe active (figure 7). Cette limitation de l'élévation active n'est interprétable que si le patient a des mobilités passives correctes. Dans ce cas, il est primordial de savoir s'il s'agit d'une véritable épaule pseudoparalytique ou d'un défaut d'élévation lié à la douleur. Si l'épaule est pseudoparalytique, il s'agit en général d'une grande rupture antérosupérieure, alors qu'en cas d'élévation active limitée par la douleur, il s'agit d'une

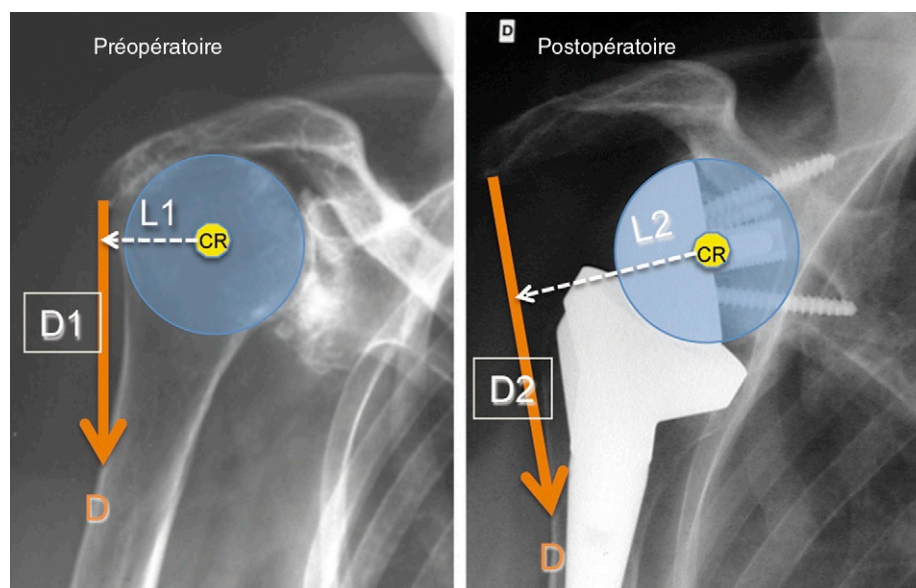


Figure 5. Abaissement (D1 à D2) et médialisation (L1 à L2) de l'humérus, obtenus par la mise en place d'une prothèse inversée.

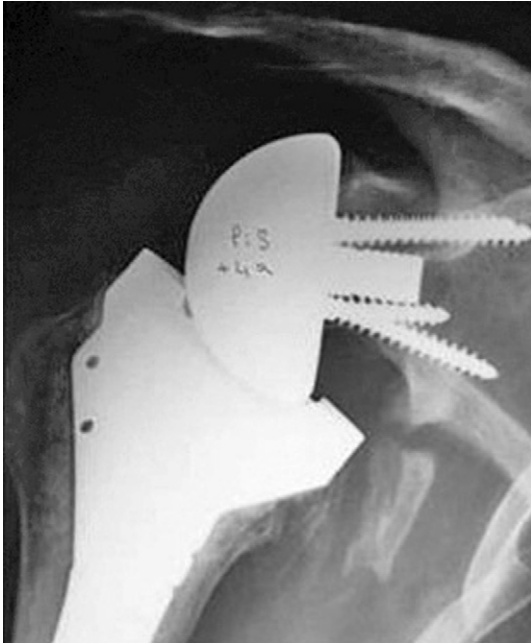


Figure 6. Encoche du pilier de l'omoplate, complication due à la médialisation de l'humérus.



Figure 7. Limitation de l'élévation active.

grande rupture postérosupérieure. Les éléments en faveur d'une vraie épaule pseudoparalytique sont :

- une élévation active inférieure à 90° alors que les mobilités passives sont correctes;
- une échappée antérieure de la tête humérale lors de la tentative du mouvement d'élévation;
- une conservation de la rotation externe active satisfaisante;
- un landing test positif : décrit par Boileau et al. [2], il consiste à tenir le bras du patient, en élévation, un

peu au-dessus de l'horizontale et à lui demander de maintenir le bras dans cette position au moment où l'examineur va le lâcher. En cas d'épaule pseudoparalytique, le patient ne peut pas maintenir son bras.

La classe C est celle des patients ayant une limitation active de la rotation externe sans limitation de l'élévation active (figure 8). Il s'agit en général de ruptures postérosupérieures étendues qui s'accompagnent d'un signe du clairon lorsqu'elles concernent le petit rond.

La classe D est celle des patients ayant une limitation active de la rotation externe et de l'élévation active. Dans ce cas, comme pour la classe B, il faut rechercher les signes en faveur d'une épaule pseudoparalytique.

Imagerie

Une fois cette évaluation clinique effectuée, il faut apprécier les éléments pronostiques de l'imagerie complémentaire à partir d'un bilan radiographique standard (face en trois rotations et profil de coiffe) et d'un bilan scanner ou en imagerie par résonance magnétique (IRM). Ces éléments pronostiques sont :

- la hauteur de l'espace sous-acromial, permettant de classer la rupture massive et irréparable selon la classification de Hamada [20] (figure 9). Stade I si l'espace est supérieur à 6 mm, stade II si l'espace est inférieur à 6 mm, stade III s'il existe une acétabularisation de l'acromion. Attention à certains pièges. L'absence de pincement de l'espace sous-acromial peut être liée à un épanchement articulaire abondant, à la pesanteur, et dans ce cas, les clichés réalisés couchés, les clichés en rotation ou encore le scanner montrent le pincement complet de l'espace sous-acromial (figure 10);



Figure 8. Limitation de la rotation externe.



Figure 9. Classification de Hamada : les ruptures irréparables sans arthrose correspondent aux stades I, II et III.



Figure 10. Exemple de pincement sous-acromial, très modifié en fonction de la rotation de l'humérus.

- la présence de la longue portion du biceps, qui permet d'envisager un traitement palliatif par ténotomie ou ténodèse en fonction de la classe clinique du patient. Cela peut être apprécié par l'échographie, l'arthroscanner ou l'IRM;
- le degré d'infiltration graisseuse des muscles selon la classification de Goutallier [17] (figure 11);
- la notion d'une excentration statique de la tête humérale, notamment vers l'avant (figure 4), constituant un argument de mauvais pronostic en cas de rupture antérosupérieure;
- la qualité du petit rond appréciée sur le scanner (figure 12).

Éléments de la décision thérapeutique (figure 13)

Si les patients sont en classe A, quelle que soit leur imagerie, la prothèse inversée ne leur permettra pas d'avoir plus d'élévation active qu'avant l'intervention, et bien souvent un peu moins. Les rotations, coude au corps, après prothèse inversée sont généralement diminuées par rapport à l'état préopératoire. Le principal problème de ces patients étant la douleur, les résultats sont souvent décevants, car le gain est mineur [23] en cas de prothèse inversée. Il s'agit d'une mauvaise indication.

Si les patients sont en classe B et que l'ensemble des signes en faveur d'une épaule pseudoparalytique sont présents, il s'agit de *l'indication idéale* à la mise en place d'une prothèse inversée. En effet, dans ces ruptu-

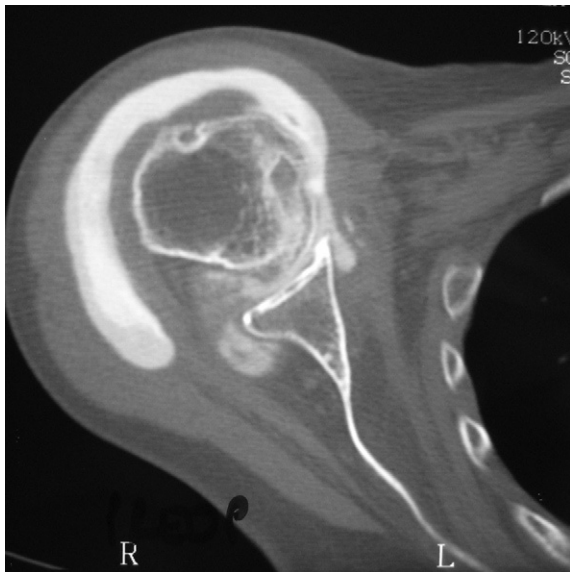


Figure 11. Exemple d'infiltration graisseuse sévère (stade 4 de Goutallier : plus de graisse que de muscle) au niveau du subscapulaire et de l'infraépineux.



Figure 12. Reconstruction sagittale montrant bien le petit rond alors que le supra- et l'infraépineux ont pratiquement disparu.

res antérosupérieures, la présence de rotateurs externes actifs et efficaces permet d'obtenir de très bons résultats sur la récupération de l'élévation et sur la fonction du fait de la conservation de la rotation externe active en élévation. En revanche, s'il s'agit d'une limitation de l'élévation active liée à la douleur, si le long biceps est encore présent, si les patients sont relativement jeunes (< 65 ans), il faut privilégier un traitement palliatif et notamment une ténotomie du biceps [10].

Si des patients sont en classe C, la prothèse inversée sera incapable de leur redonner une rotation externe active, sauf si un transfert du grand dorsal est associé à la prothèse [6]. Cependant, ces patients ont conservé une élévation active correcte et la nécessité de recourir à une prothèse inversée n'apparaît pas évidente, puisque cette intervention n'a pas pour but principal de redonner une rotation externe active, ce qui est souvent la demande des patients. Par ailleurs, en l'absence d'arthrose, un résultat satisfaisant peut être obtenu par un transfert isolé du grand dorsal, sans prothèse associée. Il n'y a pas d'indication à la mise en place d'une prothèse inversée dans ce cas-là.

Si des patients sont en classe D et que le défaut d'élévation active est lié à une épaule pseudoparalytique, il s'agit d'une bonne indication à une prothèse inversée, mais il faudra peut-être y associer un transfert du grand dorsal pour pallier le déficit de la rotation externe, notamment en l'absence de petit rond. Si le défaut d'élévation active est lié à la douleur, il vaut mieux s'orienter vers un traitement conservateur.

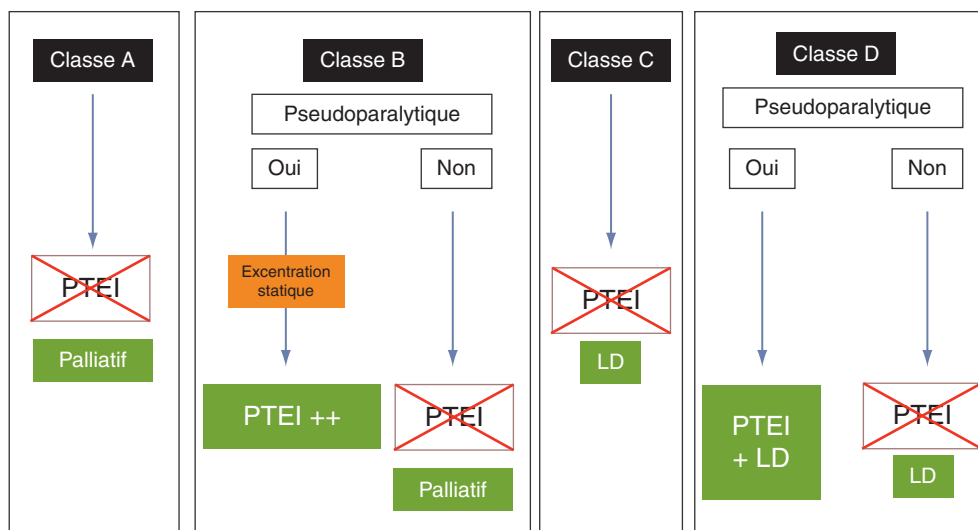


Figure 13. Arbre décisionnel pour poser l'indication de mise en place d'une prothèse totale d'épaule inversée (PTEI) en cas de rupture de coiffe irréparable sans arthrose. Classe A : patients sans déficit de l'élévation active et de la rotation externe active. Classe B : patients avec déficit de l'élévation active sans déficit de la rotation externe active. Classe C : patients sans déficit de l'élévation active mais avec déficit de la rotation externe active. Classe D : patients avec déficit de l'élévation active et de la rotation externe active.

Particularités techniques dans le cas des ruptures irréparables sans arthrose

Les particularités techniques chirurgicales d'une prothèse inversée mise en place dans le cadre d'une rupture irréparable de la coiffe de rotateur, sans arthrose, sont les suivantes :

- la glène est souvent petite. Sa mesure peut être effectuée sur le scanner. Si elle ne dépasse pas 25 mm, il est préférable d'opter pour une petite platine permettant la mise en place correcte des vis. Le débord inférieur de la sphère doit être d'au moins 3,5 mm [26] pour éviter une encoche, surtout s'il s'agit d'un patient maigre (figure 14). L'utilisation d'une platine de 25 mm, affleurant le bord inférieur de la glène, associée à une sphère de 36 mm de diamètre, permet d'obtenir un débord inférieur de 4,5 mm;
- la qualité de la glène non arthrosique est souvent médiocre, avec un os porotique : il faut faire attention au fraisage;
- les rotations, coude au corps, sont souvent diminuées après la mise en place d'une prothèse inversée, indépendamment de l'absence de coiffe. Elles peuvent être améliorées par l'utilisation d'une sphère plus latéralisée comme celle de Frankle [12] ou par la réalisation d'une greffe osseuse entre la platine et la glène telle que décrite par Boileau [5] sous le nom de BIO-RSA (*bony increased-offset reverse shoulder arthroplasty*),



Figure 14. La sphère glénoïdienne doit déborder le rebord inférieur de la glène d'au moins 3,5 mm pour diminuer le risque de survenue d'une encoche.

ou encore par l'utilisation d'une sphère de plus grand diamètre lorsque cela est possible (figure 15);

- l'absence de rotation externe active doit faire envisager un transfert associé du grand dorsal. Ce dernier peut se faire selon la technique de Boileau et al. [6] ou selon celle de Gerber et al. [16];

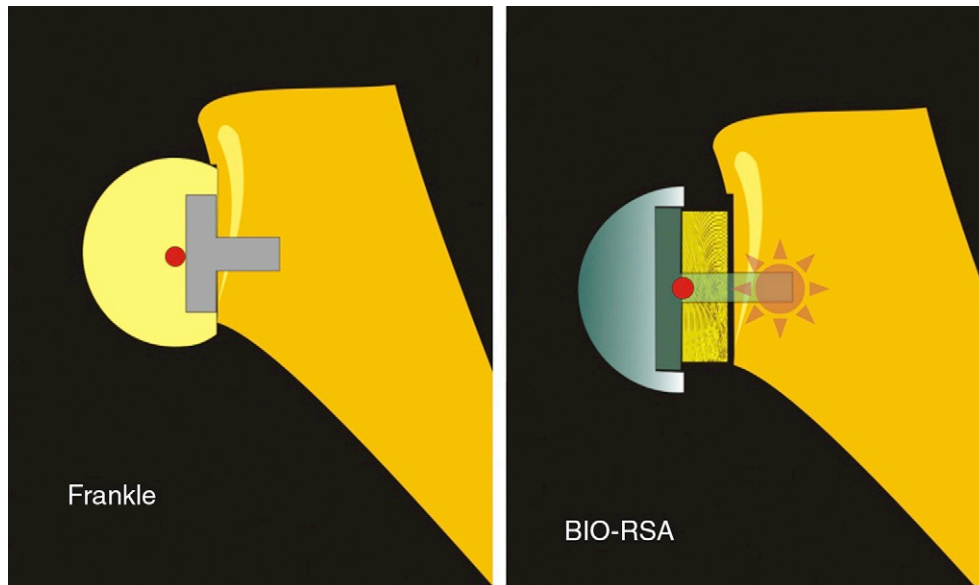


Figure 15. Utilisation d'une prothèse qui latéralise (Frankle) ou d'une greffe derrière la platine glénoïdienne (BIO-RSA) : deux moyens de diminuer le risque d'encoches et d'améliorer les rotations coude au corps.

- dans tous les cas, si le subscapulaire est intact, il doit être conservé et soigneusement réinséré. C'est un facteur important de la stabilité [8].

Données de la littérature

Dans la littérature, les résultats de prothèse inversée, mise en place pour une rupture irréparable de la coiffe de rotateur, sans arthrose glénohumérale associée, sont peu nombreux, et au sein des différentes étiologies, il n'est pas toujours facile d'isoler cette catégorie.

L'article de Mulieri et al. [24] est sans doute la plus aboutie des études ciblées sur ce sujet. Elle est récente. Ses enseignements ne sont applicables qu'à la prothèse de Frankle, au design particulier. Dans cette étude, la plupart des patients avaient une élévation active inférieure à 90° avec conservation des mobilités passives. En revanche, il y avait deux populations avec et sans interventions antérieures. Dans les deux groupes, l'amélioration a été importante, notamment sur l'élévation active, qui est passée de 53 à 134°. Pour la rotation externe active, l'amélioration est de 27 à 51°, mais cela est une particularité de la prothèse de Frankle. La seule différence retrouvée concerne la courbe de survie à 52 mois avec 91,8 % pour le groupe d'épaules « vierges » et 87 % pour celui des épaules antérieurement opérées, le point de sortie étant toute reprise, descellement ou détérioration du score ASES (American Shoulder Elbow Surgeons). En conclusion, l'indication dans le cadre d'une rupture irréparable doit être réservée aux patients souples, sans élévation

antérieure active au-delà de 90°, surtout s'ils ont une subluxation antérieure avec un risque plus important de complications en cas d'interventions antérieures.

Dans l'étude de Werner et al. [29], il s'agit de patients sans élévation active antérieure au-delà de 90°, mais il n'est pas possible d'individualiser au sein de l'étude les patients qui étaient Hamada I, II ou III. Il y a même des reprises d'hémiarthroplastie. Il ressort de cet article un taux de reprises chirurgicales plus important si la prothèse inversée est mise en place en reprise d'une intervention antérieure.

Dans l'étude de Boileau et al. [3] sur les prothèses inversées en reprise d'intervention antérieure, deux populations ont été isolées, avec ou sans élévation au-delà de 90°. Il n'a pas été noté de différence pour le score de Constant à la révision. En revanche, il existait une différence significative en ce qui concerne le gain obtenu par rapport à l'état préopératoire, qui était beaucoup plus important dans la population avec une élévation active inférieure à 90°.

En conclusion, la seule prothèse qui puisse être indiquée dans le cadre d'une rupture irréparable sans arthrose est la prothèse inversée. L'indication d'une telle prothèse doit être réfléchie. La meilleure indication est celle d'un patient avec une épaule pseudoparalytique en rapport avec une rupture massive antérosupérieure, une excentration statique antérieure de la tête humérale et un infraépineux correct, car aucun autre traitement ne permet de corriger cela efficacement. Le piège est celui du patient encore jeune, avec un échec d'une ou plusieurs interventions de réparation de coiffe, sur-

tout s'il a conservé des mobilités actives correctes et que l'élément gênant est la douleur. D'une façon générale, les patients âgés, une élévation active de moins de 90° sur épaule souple, un stade de Hamada III avec rupture du biceps constituent une bonne indication.

La recherche d'un signe du clairon et l'état du teres minor sont importants à analyser en préopératoire, car la perte de la rotation externe active n'est pas corrigée par la mise en place de la prothèse inversée, sauf si un transfert du latissimus dorsi lui est associé.

RÉFÉRENCES

- [1] Berhouet J, Collin P, Benkalfate T, Le Du C, Duparc F, Courage O, et al. Société d'orthopédie de l'Ouest. Massive rotator cuff tears in patients younger than 65 years. Epidemiology and characteristics. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; 95 : S13-8.
- [2] Boileau P, Baque F, Valerio L, Ahrens P, Chuinard C, Trojani C. Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 747-57.
- [3] Boileau P, Gonzalez JF, Chuinard C, Bicknell R, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty after failed rotator cuff surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 : 600-6.
- [4] Boileau P, Moineau G, Roussanne Y, O'Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty (BiorSA) = the benefit of bony lateralisation. In : *Shoulder NC*, editor. *The glenoid*. Montpellier : Sauramps Médical; 2010. p. 373-80.
- [5] Boileau P, Moineau G, Roussanne Y, O'Shea K. Bony increased-offset reversed shoulder arthroplasty : minimizing scapular impingement while maximizing glenoid fixation. *Clin Orthop Relat Res* 2011 [à paraître].
- [6] Boileau P, Rumian AP, Zumstein MA. Reversed shoulder arthroplasty with modified L'Episcopo for combined loss of active elevation and external rotation. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 20-30.
- [7] Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987; 160-224.
- [8] Edwards TB, Williams MD, Labriola JE, Elkousy HA, Gartsman GM, O'Connor DP. Subscapularis insufficiency and the risk of shoulder dislocation after reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 : 892-6.
- [9] Elhassan B, Ozbaydar M, Massimini D, Diller D, Higgins L, Warner JJ. Transfer of pectoralis major for the treatment of irreparable tears of subscapularis : does it work? *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90 : 1059-65.
- [10] Favard L, Berhouet J, Colmar M, Boukobza E, Richou J, Sonnard A, et al. Société d'orthopédie de l'Ouest. Massive rotator cuff tears in patients younger than 65 years. What treatment options are available? *Orthop Traumatol Surg Res* 2009; 95 : S19-26.
- [11] Favard L, Guery J, Bicknell R, Garaud P, Sirveaux F, Boileau P. Survivorship of the reverse prosthesis. In : *Shoulder NC*, editor. *Reverse shoulder arthroplasty*. Montpellier : Sauramps Médical; 2006. p. 373-80.
- [12] Frankle M, Siegal S, Pupello D, Saleem A, Mighell M, Vasey M. The reverse shoulder prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. A minimum two-year follow-up study of sixty patients. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87 : 1697-705.
- [13] Franklin JL, Barrett WP, Jackins SE, Matsen III FA. Glenoid loosening in total shoulder arthroplasty. Association with rotator cuff deficiency. *J Arthroplasty* 1988; 3 : 39-46.
- [14] Galatz LM, Connor PM, Calfee RP, Hsu JC, Yamaguchi K. Pectoralis major transfer for anterior-superior subluxation in massive rotator cuff insufficiency. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12 : 1-5.
- [15] Gerber C, Maquieira G, Espinosa N. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 113-20.
- [16] Gerber C, Pennington SD, Lingenfelter EJ, Sukthankar A. Reverse Delta-III total shoulder replacement combined with latissimus dorsi transfer. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 940-7.
- [17] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 304 : 78-83.
- [18] Grammont P, Trouilloud P, Laffay J, Deries X. Étude et réalisation d'une nouvelle prothèse d'épaule. *Rhumatologie* 1987; 39 : 407-18.
- [19] Guery J, Favard L, Sirveaux F, Oudet D, Mole D, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty. Survivorship analysis of eighty replacements followed for five to ten years. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 1742-7.
- [20] Hamada K, Fukuda H, Mikasa M, Kobayashi Y. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 92-6.
- [21] Iannotti JP, Hennigan S, Herzog R, Kella S, Kelley M, Leggin B, et al. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable postero-superior rotator cuff tears. Factors affecting outcome. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 342-8.
- [22] Levisne C, Garret J, Boileau P, Alami G, Favard L, Walch G. Scapular notching in reverse shoulder arthroplasty : is it important to avoid it and how? *Clin Orthop Relat Res* 2010 [à paraître].
- [23] Mole D, Favard L. [Excentered scapulohumeral osteoarthritis]. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 2007; 93 : 37-94.
- [24] Mulieri P, Dunning P, Klein S, Pupello D, Frankle M. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of irreparable rotator cuff tear without glenohumeral arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92 : 2544-56.
- [25] Resch H, Povacz P, Ritter E, Matschi W. Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82 : 372-82.
- [26] Simovitch RW, Zumstein MA, Lohri E, Helmy N, Gerber C. Predictors of scapular notching in patients managed with the Delta III reverse total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 588-600.
- [27] Sirveaux F, Favard L, Oudet D, Huquet D, Walch G, Mole D. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J Bone Joint Surg Br* 2004; 86 : 388-95.

- [28] Walch G, Edwards TB, Boulahia A, Nove-Josserand L, Neyton L, Szabo I. Arthroscopic tenotomy of the long head of the biceps in the treatment of rotator cuff tears : clinical and radiographic results of 307 cases. *J Shoulder Elbow Surg* 2005; 14 : 238–46.
- [29] Werner CM, Steinmann PA, Gilbert M, Gerber C. Treatment of painful pseudoparesis due to irreparable rotator cuff dysfunction with the Delta III reverse-ball-and-socket total shoulder prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87 : 1476–86.
- [30] Yamaguchi K, Ditsios K, Middleton WD, Hildebolt CF, Galatz LM, Teefey SA. The demographic and morphological features of rotator cuff disease. A comparison of asymptomatic and symptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 1699–704.

Complications de l'arthroscopie de l'épaule

H. COUDANE¹, T. GEORGE¹, F. CLAUDOT², P. HARDY³, SFA

RÉSUMÉ

Il est difficile de déterminer rétrospectivement le taux réel de complications après une arthroscopie de l'épaule. L'Association américaine d'arthroscopie (AANA) a fait une enquête en 1988 sur 10 000 cas d'arthroscopies de l'épaule et en 2001, la Société française d'arthroscopie (SFA) a fait le même travail. Il en ressort que des complications peuvent survenir malgré des protocoles d'anesthésie, d'installation et d'intervention rigoureux, sans que cela signifie une négligence de l'opérateur.

L'arthroscopie de l'épaule est une intervention chirurgicale en tant que telle et peut apporter un bénéfice certain au patient. Nous avons en France des règles établies en 1994 qui précisent qu'une consultation préopératoire doit être faite par le médecin anesthésiste et le chirurgien. Durant cette consultation, chacun doit expliquer au patient les complications essentielles qui peuvent survenir pendant ou après l'intervention. Depuis mars 2002, une loi plus précise concernant l'information donnée au patient impose au chirurgien, quel que soit son mode d'exercice (public ou privé), de fournir au patient des explications claires et intelligibles concernant ses complications potentielles et de lui remettre un document écrit explicitant ces complications.

L'arthroscopie de l'épaule est habituellement pratiquée sous anesthésie générale avec le patient installé en décubitus latéral ou en position semi-assise («*beach chair position*»). Les complications de l'anesthésie générale ne sont pas particulières à l'anesthésie de l'épaule. L'incidence de ces complications est certainement inférieure à 0,5 %.

Les complications potentielles de l'anesthésie spinale sont sérieuses et nous connaissons un patient qui a présenté une syringomyélie après une anesthésie spinale avec une paralysie totale du membre supérieur !

À la suite d'une anesthésie locorégionale par bloc interscalénique, les complications neurologiques sont rares. Leur cause est difficile à déterminer car de nombreux facteurs peuvent être impliqués : atteinte neurologique par la traction, par la voie d'abord chirurgicale, par une compression liée à un hématome, ou par traumatisme direct du nerf lors de l'anesthésie locorégionale.

ABSTRACT – COMPLICATIONS AFTER SHOULDER ARTHROSCOPY

It is very difficult to determinate retrospectively the real rate of complication after shoulder arthroscopy; the complications committee of the Arthroscopy Association of North America has collected in 1988 a series of approximately ten thousand arthroscopy cases concerning shoulder procedures. In 2001, the Société française d'arthroscopie (SFA) did the same work about complications arthroscopy shoulder procedures. Complications can occur despite the best care and don't indicate negligence or careless behavior. Shoulder arthroscopy is a real surgical procedure and represents a real advance for patients. However arthroscopy procedures are sometimes followed by complications.

We know that in France a rule was published in 1994 to precise the compulsory necessity to present the patient to a preoperative consultation which must be done by an anesthetic physician before the operative procedure. During this consultation, surgeon and anesthetic physician must explain to the patient the essential complications that may occur during the surgical procedure immediately after, or in the future... Since march 4th 2002, according to a famous law of French's state, all the surgeons who practice in private or public institutions are constrained to explain the patient the rate of these complications and are required compulsory to give the patient a written document announcing the complications.

Shoulder arthroscopy is usually carried out under general anesthesia with the patient in a lateral decubitus position or in a half-sitting position, called the "beach chair" position. The complications of general anesthesia are not unique to shoulder arthroscopy. The incidence of anesthetic complications is certainly lower than 0,5%.

The potential complications of spinal anesthesia are very serious and we know a patient who presented a posttraumatic syringomyelia after a spinal anesthesia with a total palsy of the upper limb. Rarely a neurologic deficit occurred following an anesthetic block; the etiology is difficult to determinate because of the multiple causes that might be involved : nerve damage due to the traction applied with a commercial device in the lateral

¹Service de chirurgie arthroscopique, traumatologique et orthopédique de l'appareil locomoteur (ATOL), hôpital central, CHU de Nancy, 29, avenue du Maréchal-de-Lattre-de-Tassigny, 54035 Nancy cedex, France.

²Service de médecine légale et droit de la santé, Faculté de médecine, BP 184, 54505 Vandœuvre cedex, France.

³Service d'orthopédie-traumatologie, hôpital Ambroise-Paré, université Paris-Ouest, CHU de Paris-Ouest, 9, avenue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne, France.

Le risque de lésion nerveuse lors de cette anesthésie locorégionale sera minimisé par l'usage d'un électrostimulateur, pratiqué chez un malade conscient.

Les différentes voies d'abord peuvent exposer aux risques de traumatismes nerveux, musculaires, tendineux ou vasculaires : nerf axillaire, artère circonflexe postérieure, tendon du long biceps, nerf suprascapulaire, veine céphalique. L'élément anatomique le plus volontiers traumatisé est le nerf musculocutané. Toutes ces structures peuvent et doivent être évitées en pratiquant des voies d'abord sûres et appropriées.

Une migration, une rupture, une déformation des différents instruments ou implants peuvent survenir.

L'extravasation du liquide de lavage dans les tissus mous durant une arthroscopie de l'épaule est fréquente et difficilement évitable, mais en utilisant une pression contrôlée, cet aspect d'épaule pseudoathlétique peut être moins spectaculaire.

Le taux d'infection est inférieur à celui observé dans les chirurgies ouvertes. Mais ces infections peuvent néanmoins survenir et doivent être traitées de façon appropriée.

Comme l'écrivait Norman Sprague III, « il n'y a pas de chirurgie sans risque de complications ».

decubitus position, or to surgical procedure (portals), or to a nerve compression caused by local bleeding compression or nerve injuries caused by regional anesthesia. The risks of nerve injuries caused by regional anesthesia are minimized by the use of electrical stimulation in a lightly or non-sedated patient.

The anatomical portal explained the risk of damage nerves, muscles, tendons and vessels : axillary nerve, posterior circumflex artery, long biceps tendon, suprascapularis nerve, cephalic vein can sometimes be damaged; the most significant anatomical structure which is potentially damaged is certainly the musculocutaneous nerve. All these structures can be and should be avoided. The damage is generally due to incorrect drilling technique, especially during assessment of Bankart repair.

In addition, some postoperative idiopathic brachial neuritis may occur.

Loosening, breaking, bending, migration are usually secondary to technical errors during the procedure.

Extravasation of fluid into the soft tissues during shoulder arthroscopy procedures is common and unavoidable. Using a pressure controlled pump system perhaps decreases the postoperative "athletic-like aspect" of the shoulder.

The rate of infection of the subacromial bursa or glenohumeral joint is less important compared with the opened procedures. But infections and hematoma formations may occur even after arthroscopic shoulder procedures and they should be treated appropriately.

Arthroscopic procedures probably have a lower incidence of infection, hematoma simply because much less soft tissues dissection are required. But surgical complications are unavoidable and even if our goal is to reduce the incidence of these complications as much as possible, it is a rule in France to explain to the patient the incidence of these complications.

As Norman Sprague III wrote it, "No surgical procedure is without risks or complications."

Mots clés : Arthroscopie. – Épaule. – Complication. – Anesthésie.

Keywords: Arthroscopy. – Shoulder. – Complication. – Anesthesia.

Les travaux de Burman [5], en 1931, restent la référence historique de l'expérience arthroscopique des articulations. Il faut attendre les publications de Johnson [12,13], Wiley [22], Haeri [9] en 1980, de Caspari [6] en 1982, d'Andrews [1] en 1983, pour que l'arthroscopie de l'épaule dépasse le stade de la confidentialité.

Le taux de complications pour l'arthroscopie de l'épaule est de 2 à 10 % suivant les séries [3,15,18]. Ces complications incluent les complications anesthésiques, les problèmes dus à l'environnement de la technique et les complications propres à la technique.

Si les avantages de cette technique ont été scientifiquement prouvés, la faible morbidité par rapport à la chirurgie conventionnelle a été médiatisée et a fait planer l'idée fausse que les complications étaient extrê-

mement rares et que l'arthroscopie de l'épaule n'était pas dangereuse.

La Société française d'arthroscopie a piloté deux études prospective et rétrospective sur les complications dont les résultats ont été présentés lors du Congrès national à La Baule, en décembre 2001.

Compte tenu de la nouvelle législation concernant l'information préopératoire, il est apparu nécessaire de retenir la définition suivante : « On appelle complication tout phénomène survenant pendant ou dans les suites de l'arthroscopie et considéré comme anormal autant par le patient que par le chirurgien. » Selon cette définition, le taux global de complication après une arthroscopie d'épaule atteint 15 % : c'est donc ce chiffre qu'il faut annoncer dans le cadre de l'information préopératoire.

Complications liées à l'anesthésie

Généralités

Elles sont rares et contingentes de la technique anesthésique utilisée. Elles doivent être annoncées lors de la consultation préanesthésique, qui est une obligation en France et dont les modalités sont précisées par le décret n°947050 du 5 décembre 1994. Tous les patients devant subir une arthroscopie de l'épaule – même dans le cadre d'une chirurgie ambulatoire – doivent obligatoirement bénéficier de cette consultation préanesthésique, faute de quoi tout incident et/ou complication pourrait mettre en jeu la responsabilité médico-légale du praticien arthroscopiste et/ou du médecin anesthésiste.

Complications de l'anesthésie générale

Elles ne revêtent aucun caractère particulier. Le taux de complications mortelles se situe en France entre 1/10 000 et 1/50 000 anesthésies générales.

Complications des anesthésies locorégionales

Généralités

D'utilisation de plus en plus fréquente, les anesthésies locorégionales offrent l'avantage d'assurer une analgésie postopératoire de bonne qualité dans les suites de la chirurgie arthroscopique de l'épaule réputée douloureuse.

Trois types d'anesthésie locorégionale peuvent être utilisés dans la chirurgie arthroscopique de l'épaule :

- les blocs du plexus brachial : bloc interscalénique ou bloc suprascapulaire [11,22,23] (le bloc axillaire n'a aucune place dans la chirurgie de l'épaule);
- l'anesthésie intra-articulaire;
- l'anesthésie péridurale cervicale.

Les principales contre-indications à l'anesthésie locorégionale rencontrées en pratique sont : le refus du patient, l'allergie aux anesthésiques locaux, la paralysie phrénique ou récurrentielle controlatérale, l'insuffisance respiratoire majeure et les troubles de l'hémostase pour l'anesthésie péridurale cervicale.

Enfin, le choix de la technique d'anesthésie pour une arthroscopie de l'épaule ne se résume pas à celui de l'anesthésie générale contre l'anesthésie locorégionale ou l'anesthésie combinée. Il est fonction de l'installation du malade (décubitus latéral ou position demi-assise),

de la technique arthroscopique utilisée, de l'existence d'une traction sur le membre supérieur (mécanique ou manuelle). Ainsi, il paraît difficile de proposer une anesthésie locorégionale isolée pour une installation associant décubitus latéral et traction mécanique.

Complications [8]

- La paralysie phrénique ipsilatérale est très fréquente, mais reste silencieuse sur le plan clinique (80 à 100 % des cas). La diminution des quantités d'anesthésiques locaux ne l'évite pas [20].
- Le syndrome de Claude-Bernard-Horner est fréquent (60 à 80 % des cas), sans répercussion majeure : il faut en informer le patient avant l'intervention, la récupération demandant 12 à 48 heures [19].
- Plus rares, ont été rapportés la dysphonie par infiltration du nerf récurrent, l'injection intravasculaire accidentelle des anesthésiques locaux qui peut provoquer une logorrhée, un goût métallique en bouche du patient, voire bradycardie, coma et arrêt cardiaque, les accidents toxiques des anesthésiques locaux [4].
- D'autres complications sont exceptionnelles : neuropathie traumatique par blessure de l'aiguille ou injection intraneuronale en règle générale évitée par l'utilisation d'un neurostimulateur ; paralysie définitive du membre supérieur par blessure médullaire ayant provoqué un myéломéningocèle post-traumatique.
- Enfin, l'échec du bloc interscalénique peut être cité comme une complication.

Complications dites « chirurgicales »

Liées à l'environnement et à l'installation

Complications « instrumentales »

Les ruptures des pinces ou des instruments motorisés sont exceptionnelles. Le matériel doit être manié avec délicatesse. Une inspection des instruments ayant pénétré l'articulation doit être effectuée avant le retrait de l'arthroscope. Le bris de matériel, pour l'Association nord-américaine d'arthroscopie, était de 5,3 % pour les techniques de capsulorraphie antérieure en chirurgie arthroscopique de l'épaule en 1986 : ce taux correspondait au taux le plus élevé des complications des arthroscopies, toutes articulations confondues. Il semble que la multiplication des indications et la mise au point de nouvelles techniques (en particulier pour la capsulorraphie antérieure de l'épaule) ont largement fait diminuer ce taux.

Complications neurologiques liées à la traction et à l'installation

- Les modes de traction utilisés en arthroscopie de l'épaule peuvent entraîner des complications par « étirement » du plexus brachial : Klein [17] a en effet montré que quelle que soit la position du bras, il existe des contraintes en traction au niveau du plexus brachial. Les positions les moins traumatisantes seraient une flexion de 90° sans abduction, ou une flexion de 60° avec 30° d'abduction, ou enfin une flexion de 45° avec 60° d'abduction. Pitman [18] a étudié les potentiels évoqués du plexus brachial au cours de 20 arthroscopies de l'épaule : il a confirmé la possibilité de neurapraxie par étirement du plexus brachial, le nerf musculocutané étant le plus menacé. L'incidence des complications neurologiques varie selon les auteurs de 1 à 20 %. Pour Kempf [14–15], elle est de l'ordre de 1 % et l'évolution est toujours favorable en quelques mois. Les dysesthésies du pouce sont les plus fréquemment rencontrées. L'utilisation d'une force de traction modérée, si possible inférieure à 5 kg (3 kg sont souvent suffisants), et une durée opératoire inférieure à 1 heure semblent éviter ces complications neurologiques. Les antécédents de chirurgie du plexus brachial (côte cervicale, défilé axillaire) sont une contre-indication à la traction, car chez ces patients la tolérance nerveuse à l'étirement est diminuée.

- Les neurapraxies sont le plus souvent transitoires et touchent essentiellement le nerf musculocutané. Dans l'installation latérale, il ne faut pas dépasser 15° de flexion et 70° d'abduction. La traction doit être inférieure à 5–6 kg. L'installation en « *beach-chair position* » [16] éviterait ces neurapraxies. Lorsqu'elle est effectuée par l'intermédiaire d'un aide, aucune parésie, même transitoire, n'a été décrite : l'aide finit toujours par « fatiguer » et relâcher sa traction, ce qui a certes l'inconvénient de diminuer la visibilité au niveau de l'arthroscopie, mais qui a l'immense avantage de protéger le plexus brachial du patient. Toutes les complications jusqu'alors rapportées au niveau du plexus brachial ont été réversibles, sans aucune autre intervention chirurgicale supplémentaire (en 1 à 3 mois); elles perturbent évidemment les suites et en particulier le programme de réhabilitation du patient. Ces complications liées à un « étirement » du plexus brachial ont été décrites en particulier après chirurgie de la laxité chronique de l'épaule (figure 1).

- L'atteinte du nerf ulnaire, qui peut être définitive, s'explique par une compression sur l'appui lorsque le patient est installé en position demi-assise, et par une vulnérabilité maximale du fait des rapports anatomiques du nerf ulnaire dans la gouttière épitrochléenne.



Figure 1. Capsulotomie perarthroscopique chez une patiente porteuse d'une prothèse d'épaule. Brûlure probable par phénomène d'arc électrique. L'enquête menée par les services techniques biomédicaux n'a pas apporté d'explication scientifique claire.

Lors de la mobilisation du membre supérieur, les contraintes sont maximales lorsque le coude est fléchi à 90° et en pronation; a contrario, la supination diminue la zone de conflit avec l'appui-bras. Toutefois, malgré toutes les précautions, il semble impossible d'éviter l'apparition d'une neuropathie ulnaire. Enfin, la position demi-assise nécessite de protéger les zones d'appui au niveau des membres inférieurs pour éviter les neuropraxies du nerf sciatique et du nerf fibulaire commun [7].

Complications liées au liquide de lavage

- Le gonflement et l'œdème : ces épaules « pseudo-athlétiques » ont été décrites pour la chirurgie de la bourse sous-acromiale deltoïdienne. Elles ont été rapportées avec l'utilisation de l'arthropompe, mais sont parfois rencontrées sans. Elles ont l'inconvénient d'inquiéter fortement le patient, qui présente un œdème majeur du moignon de l'épaule, parfois très impressionnant. Ces gonflements ont l'avantage de régresser spontanément sans aucune médication particulière et de n'être, en règle, accompagnés d'aucune parésie nerveuse locale [21].

- L'utilisation, dans le cadre du lavage, de liquide hypo-osmolaire (glycine, glycolle) est proscrite dans le cadre de la réalisation d'arthroscopie de l'épaule, car l'autorisation de mise sur le marché de la glycolle intéresse exclusivement la chirurgie urologique. Par ailleurs, l'hypo-osmolarité peut entraîner des désordres hydroélectrolytiques majeurs : un décès a été rapporté [10].

Saignement peropératoire des voies d'abord instrumentales

C'est plus un incident qu'une complication. Il est possible d'en diminuer le risque par la position déclive de la table d'opération. La pratique d'une hypotension (si cela est possible) et l'utilisation d'une pompe à pression contrôlée diminuent le saignement. L'adrénaline peut être utilisée s'il n'existe pas de contre-indication générale, ainsi que la xylocaïne adrénalinée au niveau des voies d'abord.

Complications liées à la technique

Arthrites (0,4 % environ)

Les arthrites restent, comme au niveau du genou, tout à fait exceptionnelles. Le staphylocoque doré est le germe le plus fréquemment en cause, la symptomatologie associant douleurs locales, fièvre et hyperleucocytose. L'arthrite à staphylocoque à coagulase négative donne une symptomatologie moins évocatrice : la température ne dépasse pas 38 °C, la symptomatologie clinique locale reste pauvre. Le traitement de l'arthrite postarthroscopique au niveau de l'épaule n'est pas codifié : il fait appel, sur le plan général, aux antibiotiques. Par ailleurs, ont été proposés : le lavage avec mobilisation précoce, le lavage avec immobilisation transitoire. La prévention de l'infection fait appel à des protocoles dont l'efficacité reste probablement à démontrer. L'antibiothérapie prophylactique lors des arthroscopies de l'épaule, quelle qu'en soit la méthodologie, n'a pas fait, jusqu'alors, la preuve scientifique de son efficacité. Toutefois, une telle prévention peut être discutée dans quelques cas particuliers : épaule déjà opérée, épaule préalablement infiltrée aux corticoïdes à de multiples reprises, gestes techniques dont la durée prévue peut paraître « importante ». En tout état de cause, pour une même technique donnée, le taux d'arthrite postopératoire semble être inférieur après réalisation d'une technique arthroscopique par rapport à une technique traditionnelle nécessitant une arthrotomie « chirurgicale ».

Plaies vasculaires

Ces complications ont été rapportées dans la littérature américaine. À notre connaissance, il n'y a pas eu de description publiée de plaie vasculaire au décours de chirurgie arthroscopique de l'épaule en France.

Lésions nerveuses directes

Le nerf axillaire peut être lésé lors des voies d'abord latérale ou postérieure trop basses, le nerf musculocu-

tané lors des voies d'abord antérieures trop médiales. Le nerf suprascapulaire peut être, quant à lui, lésé par des incisions supérieures et postérieures trop médiales. Le nerf interosseux antérieur peut être comprimé avec des écharpes trop serrées au tronc. Ces complications ont été décrites dans la littérature anglo-saxonne; en France, quelques cas d'atteinte définitive du nerf axillaire ont été décrits.

Complications cutanées (1 à 2 % des complications)

La nécrose cutanée, la cicatrice chéloïde, des abcès superficiels ont été rapportés, de même que des brûlures du moignon de l'épaule.

Lésions du cartilage articulaire

Elles peuvent apparaître lors de l'introduction des instruments, le plus souvent par une mauvaise position des voies d'abord. Leur évolutivité à long terme n'est pas connue.

Raideurs de l'épaule

Autrefois appelé « syndrome algodystrophique », le syndrome douloureux complexe régional de type I (SDRC I) ne revêt aucun caractère particulier. Sur le plan clinique, le premier signe qui doit faire évoquer la survenue de ce syndrome est la diminution de la rotation externe en position RE1. Les examens complémentaires sont peu contributifs, en dehors de la scintigraphie au technétium 99m; la prise en charge médicale est longue. Ce syndrome reste une des complications les plus fréquentes de la chirurgie arthroscopique de l'épaule et semble être plus volontiers rencontré après la chirurgie de l'espace sous-acromio-deltoidien [2].

Autres complications

Des complications exceptionnelles peuvent être rencontrées : désinsertion et/ou nécrose du muscle deltoïde, fractures de l'humérus et/ou du coude lors des mobilisations réalisées conjointement à une libération perarthroscopique dans le cadre du traitement des raideurs de l'épaule, erreur de côté...

Prévention du risque médical

Généralités

Le praticien arthroscopiste est dans l'obligation de se soumettre aux nouvelles dispositions législatives et

réglementaires. En conséquence, il doit modifier son comportement vis-à-vis des patients et des structures professionnelles qu'il côtoie quotidiennement : caisses de Sécurité sociale, Conseil de l'Ordre des médecins, compagnies d'assurances, personnel administratif des structures dans lesquelles il exerce l'arthroscopie.

Arthroscopie de l'épaule et infections nosocomiales

- Une infection est considérée comme nosocomiale si elle survient 24 à 72 heures après la réalisation d'une arthroscopie d'épaule. Lorsqu'un dispositif médical a été mis en place au cours de l'arthroscopie (ancres pour le traitement d'une rupture de la coiffe des rotateurs ou d'une instabilité de l'épaule), ce délai est porté à 1 an.
- La réalisation d'une arthroscopie d'épaule impose la recherche des facteurs de risque. Une arthroscopie d'épaule doit être précédée par un examen clinique minutieux dont les éléments sont notés dans le dossier médical du patient. La préparation préopératoire doit répondre à des critères validés par le CLIN (Comité de lutte contre l'infection nosocomiale); au bloc opératoire, le chirurgien doit exécuter toutes les procédures réglementaires concernant la stérilisation, la décontamination et l'utilisation du matériel à usage unique (qui, par définition, ne peut être utilisé qu'une seule fois).
- La déclaration de l'infection nosocomiale est obligatoire. L'indemnisation du patient est prévue par la loi du 4 mars 2002.

Chirurgie ambulatoire et pratique arthroscopique

Protocole et sélection des patients

Depuis de nombreuses années, certains centres pratiquent la plupart des arthroscopies dans le cadre d'une chirurgie ambulatoire. Les critères d'efficacité restent néanmoins directement liés au geste lui-même et non pas au mode de prise en charge du patient. La sécurité demeure le point le plus important et impose la rédaction de protocoles conjoints avec l'équipe d'anesthésie-réanimation dans le cadre d'une prise en charge ambulatoire. Ces protocoles doivent mettre en exergue l'information du patient, rendue obligatoire par la loi du 4 mars 2002, l'obligation de la consultation d'anesthésie et le mode de délivrance de l'« aptitude à la rue ». La consultation chirurgicale préopératoire et la consultation préanesthésique permettent de déterminer les patients pouvant bénéficier d'une prise en charge ambulatoire : absence d'antécédents médicaux

pathologiques particuliers (insuffisance cardiaque, pathologie pulmonaire type asthme, insuffisance respiratoire, etc.), gestes arthroscopiques non hémorragiques dont la durée n'excède pas 60 à 90 minutes, patients entrant dans la catégorie ASA 0 ou 1. Il faut relever, en outre, un certain nombre de « contre-indications psychosociales » :

- le refus du patient et de son entourage;
- l'isolement social : le patient doit en effet être accompagné après l'intervention jusqu'à son domicile et surveillé pendant la période postopératoire;
- l'incompréhension et le manque d'autonomie du patient;
- l'isolement géographique : en France, un trajet de plus de 1 heure entre le secteur hospitalier et le domicile du patient, ou une distance supérieure à 100–150 km, restent une contre-indication à la chirurgie ambulatoire.

Des « recommandations » posthospitalisation qui auront été validées par l'équipe médicochirurgicale seront remises aux patients. Il n'existe pas de modèle type de ces recommandations, qui peuvent revêtir la forme suivante.

« Au cours de votre hospitalisation en chirurgie ambulatoire dans le service de chirurgie ambulatoire, les médecins et l'ensemble du personnel soignant restent à votre disposition pour répondre à toutes vos questions et informer la personne qui doit vous accompagner et assurer votre surveillance à votre domicile lorsque vous aurez rejoint celui-ci.

« À votre sortie du service : votre sortie ne sera autorisée qu'après la visite de votre chirurgien et de votre anesthésiste. Comme cela vous a été expliqué lors de la consultation chirurgicale et anesthésique préopératoire, vous serez peut-être dans l'obligation de rester hospitalisé un ou plusieurs jours après l'intervention si votre état de santé l'impose : votre chirurgien et votre anesthésiste vous donneront en ce sens toutes les explications nécessaires. À votre sortie, vous serez muni d'une ordonnance permettant votre réhabilitation et la prise en charge de la douleur dès votre retour à domicile. Votre médecin traitant a été prévenu du type d'intervention réalisée et toutes les informations médicales concernant votre état lui ont été fournies.

« À votre retour à domicile : vous devez, pendant les 24 heures qui suivront votre retour à domicile, rester au repos, ne pas conduire, ne pas fumer, ne pas boire d'alcool. Vous pourrez reprendre vos activités professionnelles en fonction des indications qui vous ont été données par votre chirurgien. En cas de problème, de quelque nature qu'il soit, vous pouvez téléphoner 24 heures sur 24 au numéro de téléphone indiqué, en précisant votre nom, votre prénom, le nom

du chirurgien et de l'anesthésiste qui figurent sur cette fiche. Vous pouvez parallèlement faire appel à votre médecin traitant ou au SAMU. Enfin, vous devez vous présenter à la consultation de contrôle postopératoire qui a été fixée par votre chirurgien. »

La plupart des actes réalisés par une technique arthroscopique au niveau de l'épaule le sont en chirurgie ambulatoire : cependant, ce type de prise en charge ne peut se développer au détriment de la qualité. Sur le plan médico-légal, à ce jour, en France, aucun contentieux n'a été généré sur le motif de la réalisation d'une arthroscopie d'épaule en chirurgie ambulatoire.

Information du patient en chirurgie arthroscopique de l'épaule

Les aspects réglementaires découlent de la loi du 4 mars 2002 et du décret d'application du 29 avril 2002. Aux termes de la loi, le devoir d'information incombe « à tout professionnel de santé ». Dans le cas particulier de l'indication opératoire d'une arthroscopie d'épaule, c'est bien sûr au chirurgien qu'il revient d'informer le patient et ultérieurement d'apporter la preuve qu'il a bien rempli cette part du contrat.

Le recours à des documents informatifs écrits, parfois validés par des sociétés scientifiques comme la Société française d'arthroscopie, ne doivent servir que

de support à l'information orale et « n'ont en aucun cas vocation à recevoir la signature du patient ».

Tous les risques les plus fréquents (raideur douloureuse de l'épaule), mais aussi les plus graves (blessures nerveuses ou vasculaires, infections nosocomiales, voire décès) doivent être annoncés.

Conclusion

L'arthroscopie de l'épaule est une technique chirurgicale qui permet l'exploration de l'articulation glénohumérale et de la bourse sous-acromiale. Les complications de la chirurgie arthroscopique de l'épaule sont rares et leur taux est certainement inférieur à celles de la chirurgie traditionnelle à ciel ouvert.

Pratiquement toute la chirurgie de l'épaule et de l'espace sous-acromial (en dehors des prothèses) peut être réalisée en technique arthroscopique. L'indication d'une arthroscopie de l'épaule ne se conçoit qu'après un examen clinique et des examens en imagerie qui permettent de réduire les indications de l'arthroscopie de l'épaule à « visée diagnostique », lesquelles doivent rester exceptionnelles.

Comme pour tout acte chirurgical, le praticien arthroscopiste doit réaliser une information préopératoire soigneuse dont le caractère obligatoire est prévu par la loi du 4 mars 2002.

RÉFÉRENCES

- [1] Andrews JR, Carson WG. Shoulder joint arthroscopy. *Orthopaedics* 1983; 6(9) : 1157-62.
- [2] Beaufils P, Prevot N, Boyer T. Arthrolyse glénohumérale pour raideur d'épaule : à propos de 26 cas. *Rev Chir Orthop* 1997; 82(7) : 608-14.
- [3] Bigliani LU, Flatow EL, Deliz ED. Complications of shoulder arthroscopy. *Orthop Rev* 1991; 20 : 743-51.
- [4] Brown AR, Broccoli E. An aid to the performance of interscalene blocks. *Anesthesiology* 1992; 76 : 869-70.
- [5] Burman MS. A direct visualization of joints : an experimental cadaver study. *J Bone Joint Surg Am* 1931; 13 : 669.
- [6] Caspari RB. Shoulder arthroscopy : a review of the present state of the art. *Contemp Orthop* 1982; 4 : 523.
- [7] Deleuze M, Molliex S, Ripart J. Complications des positions opératoires. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris) Anesthésie-Réanimation* (36-400-A-10); 2009.
- [8] Dooley J, Fingerman M, Melton S, Klein SM. Contralateral local anesthetic spread from an outpatient interscalene catheter. *Can J Anaesth* 2010; 57(10) : 936-9.
- [9] Haeri GB. Rupture of rotator cuff. *Can Med Assoc J* 1989; 123 : 620.
- [10] Ichai C, Ciais JF, Roussel LJ, Levraut J, Candito M, Boileau P, et al. Intravascular absorption of glycine irrigating solution during shoulder arthroscopy : a case report and follow-up study. *Anesthesiology* 1996; 85 : 1481-5.
- [11] Jochum O, Roedel R, Gleyze P, Balliet JM. Interscalene brachial plexus block for shoulder surgery. In : Gazielly DF, Gleyze P, Thomas T, editors. *The cuff*. Paris : Elsevier; 1997. p. 208-11.
- [12] Johnson LL. Arthroscopy of the shoulder. *Orthop Clin North Am* 1980; 11 : 197.
- [13] Johnson LL. Diagnostic and surgical arthroscopy of the shoulder. New York : Mosby Year Book; 1993.
- [14] Kempf JF. Arthroscopie de l'épaule : installation. Polycopié du cours national d'arthroscopie 1995; 221-6.
- [15] Kempf JF. L'arthroscopie de l'épaule. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*, 44-255, 1993; 8p.
- [16] Kevin P, Shea MD. Complications of shoulder arthroscopy. In : Abstract 15th annual meeting of Arthroscopy Association of North America. Washington, 1996. p. 104-6.
- [17] Klein AH, France JC, Mutschler TH, Fu FH. Measurement of brachial plexus strain in arthroscopy of the shoulder. *Arthroscopy* 1987; 3 : 45-52.
- [18] Pitman MI, Nainzadeh N, Ergas E, Springer S. The use of somatosensory evoked potentials for detection of

- neuropraxia during shoulder arthroscopy. *Arthroscopy* 1988; 4 : 250–5.
- [19] Small NC. Complication in arthroscopy. *Arthroscopy* 1986; 4 : 253–8.
- [20] Urmev WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* 1991; 72 : 498–503.
- [21] Venkat G, Moon YL, Na WC, So KY. Upper airway compromise by extravasated fluid : a rare complication after arthroscopic repair of atrophic cuff tear. *Orthopedics* 2009; 32(10).
- [22] Wiley AM, Older RW. Shoulder arthroscopy investigations with a fiber-optic instrument. *Am J Sports Med* 1980; 8 : 31.
- [23] Zetlaoui PJ, Kuhlman G. *Anesthésie locorégionale du membre supérieur*. Éditions techniques. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), *Anesthésie-Réanimation*, 36-321 A-10, 1993.

Récidive de rupture après réparation de la coiffe des rotateurs

L. NOVÉ-JOSSERAND¹, R.L. NUNES-OGASSAWARA¹

RÉSUMÉ

Après réparation d'une rupture de la coiffe des rotateurs, l'échec anatomique ne correspond pas systématiquement à un échec clinique. Néanmoins, le résultat clinique apparaît supérieur lorsque le tendon réparé est cicatrisé.

Les objectifs de la réparation tendineuse sont l'amélioration clinique et la préservation articulaire dans le temps. L'échec par rupture itérative se définit par la persistance anormale d'une douleur significative et/ou d'un manque de force important en dehors de toute raideur articulaire après un délai de 6 mois postopératoires. Les causes de l'échec sont variées, et quelle que soit la technique utilisée, on retrouve l'âge, la taille de la lésion et l'infiltration graisseuse préopératoire. Il semble que la majorité des reruptures soient précoces, durant les premières semaines ou mois postopératoires. Le site de rerupture après réparation en double rangée apparaît spécifiquement au niveau de la rangée médiale, laissant intacte l'enthèse cicatrisée.

Dans le temps, le résultat clinique reste stable avec un taux de satisfaction élevé. Sur le plan anatomique, les ruptures de petite taille restent stables alors que les ruptures plus larges, concernant deux tendons, évoluent vers l'extension associée à la progression de l'infiltration graisseuse.

Le plus souvent, la rerupture ne nécessite pas de traitement particulier compte tenu de la bonne tolérance clinique. Dans le cas contraire, le traitement de première intention sera médical ou chirurgical suivant le contexte (sujet jeune, professionnellement actif, présentant une rerupture symptomatique de diagnostic précoce).

Les reprises de réparation menées sous arthroscopie permettent d'améliorer le résultat sur la douleur et sur la fonction articulaire. Les facteurs influençant les résultats sont l'état du deltoïde, la qualité des tissus tendineux réparés, l'élévation antérieure active inférieure à 90° en préopératoire et l'existence d'une seule intervention préalable sur la coiffe. Le délai de réintervention semble également être un facteur significatif.

En l'absence de réparation itérative possible, le transfert du latissimus dorsi de même que la prothèse totale inversée chez les plus âgés peuvent se discuter, permettant d'obtenir une amélioration certaine sur la douleur et plus limitée sur la fonction.

Mots clés : Réparation de la coiffe des rotateurs. – Récidive d'une rupture de la coiffe des rotateurs.

ABSTRACT—RE—TEARS AFTER ROTATOR CUFF REPAIR

After rotator cuff tear repair, the structural failure is not always a clinical failure. Nevertheless, the clinical outcome is higher when the repaired tendon is healed.

The goal of tendon repair is clinical improvement and preserving the joint over time. The failure due to re-tear is defined by the abnormal persistence of a significant pain and/or a significant lack of strength without any joint stiffness after a period of 6 months postoperatively.

Causes of failure are varied, and whatever the surgical technique used for the repair, we found age, lesion size and preoperative fatty infiltration. It seems that the majority of re-tear occur early during the first weeks or months postoperatively. Re-tear after double-row repair occur specifically at the level of the medial row.

With time, clinical outcome remains stable with high rate of satisfaction. Considering the structural outcome, small tears remain stable while the larger tears, concerning two tendons, show extension in size associated with the progression of the fatty infiltration.

In most cases, rerupture requires no special treatment given the good clinical tolerance. Otherwise, the first-line therapy is medical or surgical depending on the context (young working patient with a symptomatic re-tear and early diagnosis).

The results of iterative arthroscopic repair improve the result in pain and function. Factors influencing the results are the deltoid status, the quality of the torn tendon tissue, preoperative active anterior elevation below 90° and only one prior procedure. The delay for the iterative repair also seems a significant factor influencing the result.

When the re-tear is not repairable, the latissimus dorsi transfer as well as reverse total prosthesis for the older patients can be proposed to obtain a significative improvement on pain and more limited improvement on function.

Keywords: Rotator cuff repair. – Failure of rotator cuff repair.

¹Centre orthopédique Santy, 24, avenue Paul-Santy, 69008 Lyon, France.

Introduction

Le traitement chirurgical des ruptures de la coiffe des rotateurs par réparation tendineuse permet d'obtenir de bons résultats avec une amélioration subjective et objective de la part des patients. Proposée à ciel ouvert puis sous arthroscopie, la réparation tendineuse est le « gold standard » pour le traitement des ruptures de la coiffe des rotateurs. Néanmoins, l'absence de cicatrisation tendineuse après réparation ou la survenue d'une rerupture n'est pas rare. Il s'agit d'un échec du traitement chirurgical, dont l'objectif était la réparation tendineuse par cicatrisation de celui-ci sur le trochiter.

Variabilité du taux de récurrence après réparation

Le taux de rerupture rapporté dans la littérature varie selon les auteurs et les séries étudiées. Il apparaît cependant difficile de comparer les séries rapportées dans la littérature au sujet des ruptures itératives. L'âge, la taille de la lésion tendineuse et le recul, qui représentent autant de facteurs pronostiques, varient sensiblement d'une étude à l'autre. L'étendue de la lésion est appréciée de façon très variable, qu'elle soit exprimée en taille [21] ou en nombre de tendons rompus. Les études varient également dans l'appréciation du résultat clinique et du résultat anatomique. Le contrôle anatomique est réalisé soit par échographie, soit par arthroscanner, soit par imagerie par résonance magnétique (IRM). Certains proposent également une classification de l'aspect du tendon réparé en cinq groupes suivant qu'il existe une rupture itérative large et rétractée, une rupture transfixiante de petite taille, un aspect dilacéré du tendon sans rupture transfixiante, un aspect inhomogène du tendon réparé, un tendon intact [3,9,15]. L'incidence clinique varie logiquement en fonction de chaque groupe. Enfin, un tendon réparé cicatrisé ne retrouve pas un aspect normal, en particulier à l'IRM [31].

La première série clinique rapportant les résultats anatomiques des réparations de la coiffe des rotateurs en 1986 montre un taux de 90 % d'arthrographies positives malgré de bons résultats cliniques [14].

En 1999, lors du symposium de la SOFCOT sur les résultats des réparations de la coiffe à ciel ouvert [3], le taux de reruptures variait de 28 % pour les ruptures distales du tendon supraspinatus à 52 % pour les ruptures des tendons supra- et infraspinatus. Plus récemment et toujours à ciel ouvert, le taux de rerupture rapporté est de 13 % pour les ruptures isolées du

supraspinatus [31], de 34 % après réparation de ruptures massives (au moins deux tendons) [34] et de 57 % pour cette même série à 10 ans de recul [82].

Le symposium de la Société française d'arthroscopie en 2005 [29] rapporte le résultat anatomique de 576 réparations sous arthroscopie des tendons supra- et infraspinatus. Il existe globalement 25 % de ruptures itératives. Le taux de rerupture est de 17,5 % pour les ruptures distales, 29,6 % pour les ruptures intermédiaires et 45,3 % pour les ruptures rétractées. D'après les études les plus récentes de réparation de la coiffe sous arthroscopie, le taux de rupture itérative varie de 11 à 35 % [2,9,18,22,40,41,49,53-71] pour un âge moyen variant de 52 à 61 ans. Galatz et al. [32] ont rapporté 17 ruptures itératives sur 18 réparations arthroscopiques (94 %) de rupture massive chez une population de 61 ans d'âge moyen.

Le taux de rerupture des réparations du tendon subscapularis est rarement exprimé. Il varie de 0 à 17 % pour de courtes séries de lésions isolées opérées à ciel ouvert [31] ou sous arthroscopie [48].

Échecs anatomiques des réparations

En 1986, Calvert et al. montrent que, malgré un taux médiocre de cicatrisation tendineuse sur le contrôle arthrographique, la plupart des patients ont un résultat clinique satisfaisant, en particulier sur la douleur. Ils concluent qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir une réparation étanche pour avoir un bon résultat clinique [14]. Depuis, d'autres études confirment la relative bonne tolérance clinique des reruptures même à long terme du fait de l'amélioration clinique, en particulier sur la douleur [42,43,82]. La taille de la lésion initiale et la taille de la rerupture sont des facteurs significatifs pour la tolérance clinique. En cas de réparation d'un seul tendon, le résultat clinique est équivalent, que le tendon soit cicatrisé ou non [31]. Cette constatation ne se vérifie pas après l'échec d'une réparation d'une rupture massive, dont la tolérance clinique est moindre [65,82]. Néanmoins, si la rerupture reste limitée et inférieure à la taille lésionnelle initiale, elle est compatible avec une bonne amélioration clinique [65].

Résultats selon cicatrisation des tendons

L'incidence de l'intégrité de la réparation tendineuse sur le résultat clinique reste discutée. Plusieurs auteurs montrent qu'il n'y a pas de différence sur le résultat clinique, que le tendon soit cicatrisé ou non

[2,15,31,54,63]. Cela est le plus souvent vérifié pour la douleur et l'amélioration fonctionnelle subjective. Pour Verma et al. [75], l'existence d'une rerupture après réparation mini-open ou arthroscopique ne génère pas de différences de résultat clinique avec le résultat des tendons cicatrisés, sauf en ce qui concerne la force en élévation et rotation externe. Cet argument d'amélioration clinique quelle que soit la cicatrisation tendineuse sous-jacente permet d'étendre les indications de réparation, en particulier sous arthroscopie, aux patients les plus âgés, même au-delà de 70 ans [76,80].

Résultats inférieurs en cas de récurrence de rupture

Plus nombreuses sont les études en faveur d'un résultat clinique supérieur lorsque le tendon réparé est cicatrisé, la différence avec le résultat clinique des tendons non cicatrisés étant significative en particulier sur les paramètres objectifs tels que la force, la mobilité et le score global de Constant [9,18,20,29,33,36,40,45,71]. Au-delà de 65 ans, la qualité du résultat après cicatrisation tendineuse permet d'obtenir un score de Constant identique ou supérieur à celui d'une population comparable non opérée [28].

Une méta-analyse de la littérature de 1996 à 2008 a été réalisée pour apprécier l'incidence de la cicatrisation tendineuse sur le résultat clinique après réparation arthroscopique [70]. Au total, il existe une différence en faveur de la cicatrisation tendineuse, qui s'associe à de meilleurs résultats cliniques malgré la difficulté de l'analyse, conséquence des différents facteurs interférant sur le résultat (âge, taille de la lésion, méthode d'évaluation clinique et radiologique).

Définition de l'échec

La définition de l'échec dépend du but que l'on se propose d'atteindre. La réparation d'une rupture de la coiffe des rotateurs, permettant d'obtenir la restitution anatomique de l'enthèse, ouvre la possibilité de résultat clinique complet sans séquelle significative. Les séquelles habituelles après réparation de la coiffe des rotateurs sont la persistance de douleurs d'intensité variable et le manque de force, qui peut s'exprimer sous la forme d'une simple fatigabilité jusqu'à l'impossibilité de réaliser un geste de façon active. La survenue de ces séquelles ne dépend pas uniquement de la cicatrisation tendineuse, mais également de l'état musculaire avec infiltration graisseuse ou non, de la qualité articulaire, du patient et de son âge...

Après une réparation tendineuse pour une lésion tendineuse donnée, le résultat attendu varie, outre les facteurs liés à l'épaule, en fonction du patient lui-même : de son âge, de sa motivation directe [72] et indirecte (accident du travail), de son adhésion aux soins postopératoires, etc. Par ailleurs, l'objectif peut être volontairement limité, par exemple à la douleur, en fonction du contexte, dans le cadre d'une réparation partielle...

Au total, si l'obtention de la cicatrisation tendineuse permet d'espérer le résultat le plus ambitieux possible, c'est-à-dire la restitution d'une fonction indolore la plus proche de la normale possible [36], ce résultat varie en fonction de chaque patient et de chaque situation clinique.

Outre l'amélioration clinique, l'autre but de la réparation tendineuse est de stopper l'évolution spontanée de la lésion tendineuse et d'éviter une situation qui peut devenir handicapante à terme, en particulier chez les patients jeunes. Ce dernier point souligne l'intérêt d'obtenir la cicatrisation tendineuse au-delà de l'amélioration clinique.

Compte tenu de toutes ces données, la définition de l'échec d'une réparation de la coiffe conséquence d'une rerupture reste délicate. Il semble exister un consensus pour la persistance anormale d'une douleur significative et/ou d'un manque de force important associé à une limitation de la mobilité active sur une épaule qui n'est pas enraidie sur le plan passif (épaule pseudoparalytique) [6-21] au délai raisonnablement proposé de 6 mois postopératoires [6,45].

Piasecki et al. [67] ont intégré la notion d'une valeur seuil d'un score (score ASES [American Shoulder Elbow Surgeons] inférieur à 50 points), ce qui nous semble plus subjectif compte tenu du large éventail de patients susceptibles d'être concernés. Il considère également que la nécessité de proposer une réintervention définit l'échec.

Pour notre part, nous pensons que la persistance au-delà de 6 mois postopératoires d'un symptôme significatif tel que la douleur significative ou nocturne et/ou le manque de force provoquant un déficit de mobilité active doit faire déclencher un bilan d'imagerie à la recherche d'une complication de type rerupture. Ce délai correspond à la reprise d'activité moyenne après réparation de la coiffe sous arthroscopie. Nous proposons cette démarche avec une échographie d'autant plus facilement que le patient est jeune et que l'objectif de la réparation tendineuse est élevé avec l'amélioration clinique et la préservation articulaire future.

Le problème de la raideur postopératoire, fréquent après réparation de la coiffe, n'apparaît pas évocateur d'une rerupture jusqu'à preuve du contraire [11].

Cause de l'échec

Variabilité des causes d'échec de réparation de coiffe

Il existe des échecs de réparation par « fausses récurrences ». Pour Bigliani et al. [6], une réparation chirurgicale initiale inadéquate est une cause d'échec, de même qu'un défaut de traitement avec une rupture oubliée et non réparée, en particulier pour le subscapularis [56]. Enfin, il peut exister une rupture secondaire d'un autre tendon proche du tendon réparé cicatrisé [19].

Une rééducation inappropriée est un facteur difficile à mettre en évidence, mais logiquement évoqué [6]. Le rôle protecteur d'une immobilisation en abduction, permettant une diminution des contraintes sur le tendon réparé, est évoqué [34,36].

Parmi les facteurs classiquement reconnus ayant une incidence sur la cicatrisation tendineuse, et ce quelle que soit la technique utilisée, on retrouve l'âge, la taille de la lésion et l'importance de l'infiltration graisseuse préopératoire des composants musculaires de la coiffe.

Âge

L'âge est un facteur pronostique reconnu par l'ensemble des auteurs [2,9,18,20,40,41,51,53,61,73]. Le taux de cicatrisation diminue avec l'augmentation de l'âge. Soixante-cinq ans représente l'âge à partir duquel le taux de cicatrisation diminue de façon significative [9], justifiant, pour le symposium de la SOFCOT de 1998, la recommandation de ne plus proposer de réparation après cet âge [3]. Worland et al. [80] défendent néanmoins l'indication de réparation même au-delà de 70 ans. Avec un recul supérieur à 2 ans, ils ont rapporté de bons résultats cliniques malgré un taux de cicatrisation faible à l'arthrographie.

L'arthroscopie a permis d'étendre les indications de réparation en particulier chez les patients les plus âgés, compte tenu d'une meilleure tolérance et de l'absence de complications spécifiques [16,27,28,76]. Même si le taux de reruptures est significatif, le résultat clinique est satisfaisant. Cette indication reste logique si les conditions anatomiques sont respectées en tenant compte de la taille de la lésion, de la qualité du tendon et de l'os. Les auteurs n'ont pas rencontré de complications spécifiques avec la tenue des ancrs comme cela était prévisible.

À l'opposé, les séries de réparation sous arthroscopie chez les plus jeunes montrent d'excellents résultats en termes de cicatrisation. Burns et al. [12] retrouvent 4 % de reruptures dans une population de moins de 50 ans sans influence de la taille de la lésion.

Enfin, d'autres auteurs discutent le fait que l'âge soit un facteur indépendant [63,64,65]. Ils ont montré que l'âge est associé aux ruptures les plus larges et aux infiltrations graisseuses les plus importantes. L'âge ne serait toutefois pas vraiment une contre-indication opératoire de réparation, les caractéristiques de la lésion tendineuse étant prédominantes en termes de pronostic [12,16,63,64,65].

Taille de la lésion

La taille de la lésion tendineuse est un facteur prédictif reconnu dans les échecs de réparation. L'extension sagittale, soit le nombre de tendons concernés par la rupture, est le paramètre le plus significatif [9,18,20,22,40,41,49-51,53,61,71,73]. L'influence de la rétraction tendineuse dans le plan frontal est plus discutée selon les auteurs [9,64,73].

Infiltration graisseuse préopératoire

L'infiltration graisseuse préopératoire [36-38,66,69] est un facteur pronostique significatif pour la cicatrisation tendineuse. Selon Goutallier et al. [38], le stade 2 (moins de graisse que de muscle) représente le premier stade ayant une incidence défavorable significative. L'infiltration graisseuse des muscles infraépineux et subscapulaire peut influencer la cicatrisation du tendon supraépineux. Thomazeau et al. retrouvent une influence pronostique forte pour l'atrophie du muscle supraépineux mesurée sur la coupe en Y de l'IRM ou arthroscanner [73].

Voie d'abord

La voie d'abord ne semble pas influencer sur le taux de rerupture. Bishop et al. n'ont pas retrouvé de différence globale entre réparation à ciel ouvert et sous arthroscopie [8]. Néanmoins, le taux de coiffes cicatrisées est favorable à l'arthroscopie pour les petites ruptures et favorable au ciel ouvert pour les grandes ruptures. Il ne semble pas exister de différence, tant sur le plan clinique qu'anatomique, entre arthroscopie et mini-open, au moins pour les lésions du supraépineux [52,75].

Autres facteurs

Le tabagisme est reconnu comme un facteur significatif sur le résultat clinique après réparation de la coiffe des rotateurs [57,61], mais l'incidence sur la cicatrisation tendineuse n'a pas été démontrée.

L'ostéoporose, en particulier du trochiter, peut avoir une influence sur la cicatrisation tendineuse chez les patients les plus âgés, influant alors sur la technique de réparation [47,59].

Mode de survenue

L'étiologie traumatique est peu fréquente mais classique pour les ruptures itératives [6,21,45]. Il ne s'agit pas alors vraiment d'un échec, car la rupture itérative est la conséquence d'un nouveau traumatisme indépendant à distance de la chirurgie.

Il semble que la majorité des reruptures soient précoces durant les premières semaines ou mois postopératoires [6], faisant discuter une non-cicatrisation plutôt qu'une rupture itérative.

Pour certain, il n'y a pas de rupture itérative après 1 an postopératoire [41,49], alors que d'autres évoquent la possibilité d'une survenue plus tardive, au-delà de cette période de 1 an [43]. Nho et al. [61] ont rapporté un taux de cicatrisation variant de 64 % à 1 an à 75 % à 2 ans avec un suivi échographique suggérant la possibilité d'une cicatrisation tardive, à moins que la méthode de contrôle avec échographie ne soit mise en cause dans cette conclusion.

Enfin, de façon rare, la rupture itérative s'associe à une réaction articulaire dont la cause reste mal expliquée, aboutissant à une dégradation articulaire sévère. Ce tableau péjoratif évolutif est observé chez les patients plutôt âgés, à partir de 60 ans.

Devenir des reruptures

Deux études ont analysé le devenir à moyen terme des ruptures itératives après réparation de la coiffe des rotateurs avec un suivi à 3,2 ans et 7,6 ans par IRM [43] et un suivi à 3,2 ans et 7,9 ans par échographie [24]. D'après les deux études, le résultat clinique moyen est stable dans le temps avec un taux de satisfaction élevé. Pour Jost et al. [43], les ruptures de petite taille sont stables sur le plan anatomique, certaines semblant même se combler (fibrose, cicatrisation?). Néanmoins, les ruptures les plus larges concernant deux tendons évoluent vers l'extension malgré des résultats cliniques satisfaisants. L'extension lésionnelle s'associe à une progression de l'infiltration graisseuse, en particulier de l'infraspinatus. Pour Dodson et al. [24], il existe une progression moyenne doublant la taille de la lésion sur le plan anatomique, l'extension se faisant préférentiellement au niveau de la rétraction tendineuse. Malgré une tolérance clinique satisfaisante, il observe une perte de force significative dans le temps.

Site des reruptures

Chaque étape de la fixation est un possible point de faiblesse et donc d'échec, en particulier depuis l'utilisation des ancrs.

Le site os-ancre représente le premier site de fragilité mis en cause [5,44], avec la tenue incertaine des ancrs dans l'os parfois porotique [47]. La mobilisation secondaire des ancrs métalliques peut être responsable de dégâts cartilagineux après migration d'après Kaar et al. [44]. Pour Benson et al. [5], cette complication n'est pas observée, car l'ancre reste solidaire du tendon par la suture intacte. De fréquence rare (2,4 %), cette complication semble liée à la taille de la lésion tendineuse et à l'aspect porotique du trochiter, en particulier à sa partie postérieure. Meyer et al. [59] recommandent de ne pas faire de tranchée et de garder l'os sous-cortical du tubercule majeur dans tous les cas. Enfin, avant d'affirmer la mobilisation secondaire d'une ancre, il faut éliminer un mauvais positionnement initial lors de l'intervention, en particulier pour les ancrs latérales des doubles rangées [19].

Le site ancre-suture peut se manifester selon deux modalités principales. La première est la conséquence de l'abrasion du fil sur le chas de l'ancre, voire sur le bord osseux du tunnel d'impaction si l'ancre est profondément impactée [13,58]. Cette modalité devrait diminuer avec l'utilisation des nouvelles sutures, plus robustes. L'autre modalité consiste en une « fracture » du chas de l'ancre résorbable survenant secondairement après la chirurgie [4,46]. Le chas, solidaire du tendon le plus souvent cicatrisé ou non, se comporte alors comme un corps étranger responsable de douleur. C'est la conjonction d'un fil dur non résorbable et d'une ancre résorbable avec une dégradation trop rapide soumis au stress cyclique d'une rééducation précoce qui provoque cette rupture de matériel. Kelly et al. [46] recommandent de choisir les ancrs résorbables en fonction de leur composition (PLLA [*poly-L-lactic acid*] plutôt que PDLLA [*poly-DL-lactic acid*]).

Le nœud lui-même peut être un point de faiblesse [1–55]. La réalisation du nœud sous arthroscopie demande une courbe d'apprentissage. L'utilisation de fils plus solides et tressés diminue le risque d'échec à ce niveau.

Enfin, le site tendon-suture est pour certains le point de faiblesse le plus courant [19], en particulier si la rupture est de grande taille et rétractée, associée à une qualité tendineuse médiocre.

Différences spécifiques caractérisant la récurrence en fonction de la technique chirurgicale

Le site de rerupture après réparation en double rangée apparaît spécifiquement au niveau de la rangée médiale [74–81], laissant le plus souvent intacte l'enthèse cicatrisée (figure 1). Les hypothèses d'apparition de cette lésion

spécifique sont l'excès de tension sur le rang médial, le passage en rétrograde des outils à partir d'une voie d'abord médiale type Nievaser favorisant un trajet oblique du fil dans le tendon (figures 2a et 2b), une tension excessive sur le tendon lors du serrage du nœud et l'abrasion due au fil tressé lors du passage dans le tendon. Les reruptures après réparation transosseuse ou en simple rangée correspondent à une désinsertion périphérique.

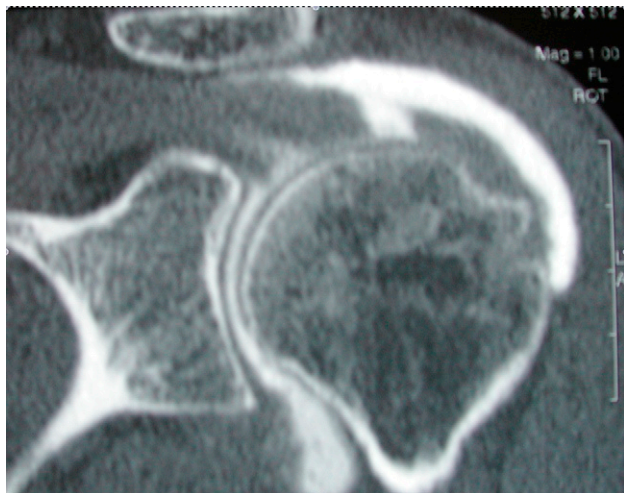


Figure 1. Récurrence de rupture après réparation sous arthroscopie en double rangée. La rerupture est transfixiante et de petite taille. Elle est située en regard du rang médial de la réparation. Le tendon est cicatrisé normalement sur le trochiter.

Influence des techniques de réparation sur l'incidence des récurrences

D'un point de vue mécanique, le double rang améliore la surface de contact, mais pas la pression d'application au niveau du contact [77].

Concernant le résultat clinique, il ne semble pas exister de différence significative entre double et simple rangée [39], mais la double rangée semble améliorer la cicatrisation tendineuse [62,68]. Le taux de rerupture diminue significativement avec la double rangée, en particulier pour les ruptures supérieures à 1 cm pour Duquin et al. [25] et à 3 cm pour Saridakis et al. [68]. La technique dite « *bridge suture* » semble se comporter comme les réparations en double rangée [17,66,69]. Néanmoins, la plupart des auteurs insistent sur le fait que, au-delà de la technique de fixation, c'est la taille de la lésion et l'infiltration graisseuse qui restent les facteurs prédominants.

Traitement des reruptures

Dans un grand nombre de cas, la rerupture ne nécessite pas de traitement particulier compte tenu de la bonne tolérance clinique [2,16,24,43,54,63], en particulier chez les sujets les plus âgés et/ou avec une demande fonctionnelle modérée.

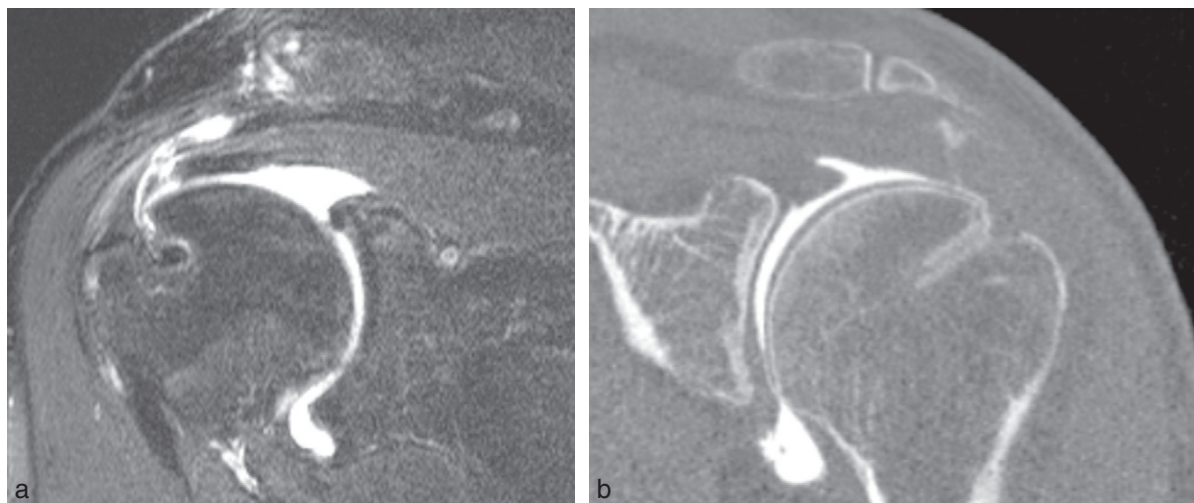


Figure 2. Faux aspect de rupture itérative après réparation sous arthroscopie en double rangée. L'image d'addition dans le tendon correspond au trajet du fil du rang médial dans le tendon sur arthro-IRM (a) et sur arthroscanner (b). Noter la direction oblique du trajet du fil, avec un point d'entrée superficiel plus médial que le point de sortie articulaire. Ce trajet oblique peut être responsable de tension excessive, voire de fragilisation tendineuse, au moment du serrage du nœud à la face superficielle du tendon.

Place du traitement médical

Dans le cas contraire, le traitement de première intention est médical avec repos, rééducation douce, antalgiques, anti-inflammatoires et infiltrations radioguidées en fonction de la présentation clinique. Une nouvelle indication chirurgicale se discutera en cas d'échec de cette étape médicale et en fonction de la présentation de la rerupture. Chez un sujet jeune, professionnellement actif, présentant une rerupture symptomatique de diagnostic précoce, l'étape médicale se discute afin de proposer directement une reprise chirurgicale pour une nouvelle réparation lorsque cela est possible. Les résultats cliniques et anatomiques se rapprochent alors des réparations de première intention [45].

Indications et résultats des reprises chirurgicales

Une indication de débridement sous arthroscopie peut être proposée dans un but limité afin de soulager la douleur et d'obtenir une amélioration fonctionnelle. Réalisée dans un but purement symptomatique, cette indication n'a pas d'action directe sur la rupture itérative qu'elle laisse évoluer.

Réparation itérative de la coiffe des rotateurs

Les premières séries rapportant les résultats des reprises chirurgicales après échec de réparation de la coiffe des rotateurs [6,21,23] mettent en évidence un effet favorable sur la douleur, mais restent plutôt pessimistes sur la récupération fonctionnelle. Les auteurs soulignent la difficulté de l'intervention souvent réalisée pour une rupture large avec des tendons restant de mauvaise qualité. Il est fréquemment nécessaire de réaliser un transfert tendineux (subscapularis, trapèze) ou d'utiliser le biceps comme greffe. Le taux de bons résultats est évalué à 17 % pour DeOrio et al. [21] et 52 % pour Bigliani et al. [6] pour une élévation antérieure active variant de 85 à 112°. Ces deux auteurs insistent sur l'importance du deltoïde et sur le fait que l'intervention de première intention doit être la meilleure possible pour éviter une reprise finalement peu satisfaisante dont l'effet principal sera de diminuer la douleur.

Djurasovic et al. [23] isolent quatre facteurs influençant les résultats des reprises de réparation de la coiffe à ciel ouvert : l'état du deltoïde et de son insertion, la qualité des tissus tendineux réparés, l'élévation antérieure active inférieure à 90° en préopératoire et l'existence d'une seule intervention préalable sur la coiffe.

Depuis 2004, les résultats des reprises sous arthroscopie permettent d'améliorer le résultat sur la fonction articulaire tout en maintenant un bon résultat sur la douleur [45,56,67]. Lo et Burkhart [56] rapportent 64 % de bons résultats, Keener et al. [45] rapportent un score de Constant pondéré postopératoire de 76 % et l'élévation antérieure active varie de 136 à 146° suivant les auteurs. Les facteurs pronostiques sont identiques à ceux déjà cités. L'âge et la taille de la lésion sont également à prendre en compte pour certains [45,67]. Les auteurs [45,56,67] soulignent l'intérêt de l'arthroscopie pour faire le bilan des lésions et découvrir des lésions non traitées initialement, assurer de meilleures arthrolyse et mobilisation tendineuse et préserver le deltoïde tant au moment de la reprise qu'au moment de l'intervention initiale. La réparation itérative est réalisée le plus souvent en simple rangée du fait de la tension tendineuse [56,67]. Keener et al. [45] ont obtenu 70 % de cicatrisation lorsque la rerupture ne concerne qu'un seul tendon. Les récurrences au rang médial, de même que certaines formes rétractées, sont volontiers réparées par suture latérolatérale [74].

Tous les auteurs [6,21,56,67] soulignent la nécessité de reprendre l'acromioplastie au moment de la révision compte tenu d'une réalisation initiale mauvaise ou absente, associée ou non à un geste sur l'articulation acromioclaviculaire [6].

L'analyse de la littérature montre une amélioration des résultats avec le temps et les techniques. L'utilisation récente en première intention d'une voie d'abord moins invasive (mini-open, arthroscopie) joue certainement un rôle dans l'amélioration des résultats des reprises. L'autre facteur significatif est le délai de reprise chirurgicale, qui doit être idéalement court. Ce délai est supérieur à 1 an en moyenne (13 à 14 mois) pour les séries les plus anciennes [6,21] et varie de 7,7 mois à 8,6 mois pour les séries les plus récentes [19,74,81]. Le délai reste élevé (13 mois) pour les séries récentes de Keener et al. [45] et Piasecki et al. [67], car les reprises concernent essentiellement des patients opérés dans d'autres institutions.

L'utilisation de renfort biologique est peut-être une voie à explorer pour améliorer la cicatrisation tendineuse lorsque les conditions ne sont plus optimales [26].

Indication du transfert du grand dorsal

Le transfert du latissimus dorsi dans le cadre de l'échec d'une réparation de la coiffe des rotateurs permet d'obtenir de bons résultats sur la douleur et une amélioration de la fonction qui reste cependant limitée [7,35,60,78]. Les résultats sont néanmoins inférieurs

aux transferts réalisés en première intention [35,78]. Parmi les facteurs influençant le résultat, on retrouve l'état du deltoïde [7,78], l'existence d'un subscapulaire fonctionnel [35] et l'existence d'une pseudoparalysie évolutive [35], voire un statut en accident du travail [60]. Le score de Constant pondéré varie de 52 à 60 % [35,78] pour une élévation antérieure active variant de 100 à 137° [7,60,78]. Cette indication reste logiquement réservée aux ruptures itératives supérieures et postérieures associant la douleur à un manque de force prédominant sur la rotation externe et qui, après échec du traitement médical, échappent à la réparation directe.

Indication de la prothèse totale d'épaule inversée

L'analyse des résultats des séries de prothèses totales inversées permettant d'identifier un groupe avec antécédent d'échec de réparation de la coiffe des rotateurs montre que les résultats sont satisfaisants mais inférieurs à ceux obtenus en l'absence d'antécédent [30,79]. Cette population spécifique a été étudiée par Boileau et al. [10]. Dans ce cadre, l'indication était posée devant une épaule douloureuse ou pseudoparalytique après échec du traitement médical, sans indication de traitement symptomatique arthroscopique ou de réparation itérative, avec ou non présence d'une dégradation cartilagineuse glénohumérale chez un sujet âgé (moyenne d'âge de la population étudiée : 70 ans). Il existe une amélioration de l'ensemble des paramètres objectifs et subjectifs, en particulier la douleur, même si le résultat apparaît inférieur comparé aux étiologies sans antécédent chirurgical. Il n'existe pas de différence après réparation à ciel ouvert ou arthroscopie [10,30], ni de complication spécifique. Boileau et al. [10] discutent

dans ce contexte la supériorité de la prothèse totale inversée par rapport à l'hémiarthroplastie.

Conclusion

Au total, le meilleur traitement des récurrences de rupture reste la prévention, avec la réalisation d'une réparation en première intention tenant compte des facteurs connus de réparabilité et de cicatrisation tendineuse.

L'objectif de la réparation tendineuse de la coiffe est l'amélioration clinique des patients, de même que la préservation articulaire dans le temps. La survenue d'une récurrence de rupture n'est cependant pas toujours symptomatique et peut s'accompagner d'une bonne tolérance clinique, soit un bon résultat clinique, chez les patients les plus âgés ou les moins demandeurs sur le plan fonctionnel. Il persiste néanmoins un risque de dégradation secondaire dans le temps. Chez les plus jeunes ou les plus actifs, il paraît souhaitable d'obtenir la cicatrisation tendineuse, gage du meilleur résultat possible, en particulier sur le plan objectif et de la force. Nous préconisons de réaliser un bilan d'imagerie à 6 mois postopératoires devant une épaule douloureuse ou déficiente en l'absence de raideur articulaire. L'indication de réparation itérative sans délai permettra alors d'obtenir les meilleurs résultats dans le cadre de la chirurgie de reprise. Les autres indications restent palliatives, avec une amélioration principalement sur la douleur plutôt que sur la fonction articulaire. Avec l'amélioration des outils diagnostiques, la meilleure connaissance des facteurs de cicatrisation et l'amélioration des techniques chirurgicales, en particulier sous arthroscopie, il semble que le taux de récurrence de rupture tende à diminuer après réparation de première intention et que les réparations itératives progressent significativement en termes de résultat clinique.

RÉFÉRENCES

- [1] Abbi G, Espinoza L, Odell T, Mahar A, Pedowitz R. Evaluation of 5 knots and 2 suture materials for arthroscopic rotator cuff repair : very strong sutures can still slip. *Arthroscopy* 2006 ; 22 : 38–43.
- [2] Anderson K, Boothby M, Aschenbrener D, van Holsbeeck M. Outcome and structural integrity after arthroscopic rotator cuff repair using 2 rows of fixation. *Am J Sports Med* 2006 ; 34 : 1899–905.
- [3] Augereau B, Gazielly D. Les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs subscapularis inclus. *Rev Chir Orthop* 1999 ; 85(Suppl. II) : 87–139.
- [4] Barber FA. Biodegradable shoulder anchors have unique modes of failure. *Arthroscopy* 2007 ; 23 : 316–20.
- [5] Benson EC, MacDermid JC, Drosdowech DS, Athwal GS. The incidence of early metallic suture anchor pullout after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2010 ; 26 : 310–5.
- [6] Bigliani LU, Cordasco FA, McIlveen SJ, Musso ES. Operative treatment of failed repairs of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1992 ; 74 : 1505–15.
- [7] Birmingham PM, Neviaser RJ. Outcome of latissimus dorsi transfer as a salvage procedure for failed rotator cuff repair with loss of elevation. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 871–4.
- [8] Bishop J, Klepps S, Lo IK, Gladstone JN, Flatow EL. Cuff integrity after arthroscopic versus open rotator cuff repair : a prospective study. *J Shoulder Elbow Surg* 2006 ; 15 : 290–9.

- [9] Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus : does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87 : 1229–40.
- [10] Boileau P, Gonzalez JE, Chuinard C, Bicknell R, Walch G. Reverse total shoulder arthroplasty after failed rotator cuff surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 : 600–6.
- [11] Brislin KJ, Field LD, Savoie FH. Complications after arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2007; 23 : 124–8.
- [12] Burns JP, Snyder SJ. Arthroscopic rotator cuff repair in patients younger than fifty years of age. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 90–6.
- [13] Bynim CK, Lee S, Mahar A, Tasto J, Pedowitz R. Failure mode of suture anchors as a function of insertion depth. *Am J Sports Med* 2005; 33 : 1030–4.
- [14] Calvert PT, Packer NP, Stocker DJ, Bayley, Kesse L. Arthrography of the shoulder after operative repair of the torn rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 1986; 68 : 147–50.
- [15] Charousset C, Grimberg J, Duranthon LD, Bellaiche L, Petrover D. Can a double-row anchorage technique improve tendon healing in arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2007; 35 : 1247–53.
- [16] Charousset C, Bellaiche L, Kalra K, Petrover D. Arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears : is there tendon healing in patients aged 65 years or older? *Arthroscopy* 2010; 26 : 302–9.
- [17] Cho NS, Yi JW, Lee BG, Rhee YG. Retear patterns after arthroscopic rotator cuff repair : single row versus suture bridge technique. *Am J Sports Med* 2010; 38 : 664–71.
- [18] Cole BJ, McCarty LP, Kang RW, Alford W, Lewis PB, Hayden JK. Arthroscopic rotator cuff repair : prospective functional outcome and repair integrity at minimum 2-years follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 : 579–85.
- [19] Cummings CA, Murrell GA. Mode of failure for rotator cuff repair with suture anchors identified at revision surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12 : 128–33.
- [20] DeFranco MJ, Bershadsky B, Ciccone J, Yum J, Iannotti JP. Functional outcome of arthroscopic rotator cuff repairs : a correlation of anatomic and clinical results. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 : 759–65.
- [21] DeOrio JK, Cofield RH. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66 : 563–7.
- [22] Deutsch A, Kroll DG, Hasapes J, Staewen S, Pham C, Tait C. Repair integrity and clinical outcome after arthroscopic rotator cuff repair using single-row anchor fixation : a prospective study of single-tendon and two-tendon tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 845–52.
- [23] Djurasovic M, Marra G, Arroyo JS, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. Revision rotator cuff repair : factors influencing results. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83 : 1849–55.
- [24] Dodson ML, Kitay A, Verma NN, Adler RS, Nguyen J, Cordasco FA, et al. The long-term outcome of recurrent defects after rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38 : 35–9.
- [25] Duquin TR, Buyea C, Bisson LJ. Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural healing? A systematic review. *Am J Sports Med* 2010; 38 : 835–41.
- [26] Encalada-Diaz I, Cole BJ, Macgillivray JD, Ruiz-Suarez M, Kercher JS, Friel NA, et al. Rotator cuff repair augmentation using a novel polycarbonate polyurethane patch : preliminary results at 12 months follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2010 [à paraître].
- [27] Fehring EV, Sun J, VanOeveren L, Keller B, Matsen III FA. Full-thickness rotator cuff tear prevalence and correlation with function and co-morbidities in patients sixty-five years and older. *J Shoulder Elbow Surg* 2008; 17 : 881–5.
- [28] Fehring EV, Sun JS, Cotton J, Carlson MJ, Burns EM. Healed cuff repairs impart normal shoulder scores in those 65 years of age and older. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 : 1521–5.
- [29] Flurin PH, Landreau P, Société française d'arthroscopie. Réparation arthroscopique des ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs : étude rétrospective multicentrique de 576 cas avec contrôle de la cicatrisation. *Rev Chir Orthop* 2005; 91(Suppl. 8) : 4532–42.
- [30] Frankle M, Siegal S, Pupello D, Saleem A, Mighell M, Vasey M. The reverse shoulder prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. A minimum 2-years follow-up study of sixty patients. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87 : 1697–705.
- [31] Fuchs B, Gilbert MK, Hodler J, Gerber C. Clinical and structural results of open repair of an isolated one-tendon tear of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 309–16.
- [32] Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86 : 219–24.
- [33] Gazielly DE, Gleyze P, Montagnon C. Functional and anatomical results after rotator cuff repair. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 304 : 43–53.
- [34] Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82 : 505–15.
- [35] Gerber C, Maquieira G, Espinosa N. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 113–20.
- [36] Gerber C, Schneeberger AG, Hoppeler H. Correlation of atrophy and fatty infiltration on strength and integrity of rotator cuff repairs : a study in thirteen patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 : 691–6.
- [37] Gladstone JN, Bishop JY, Lo IK, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med* 2007; 35 : 719–28.
- [38] Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S. Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 12 : 550–4.
- [39] Grasso A, Milano G, Salvatore M, Falcone G, Deriu L, Fabbriciani C. Single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair : a prospective randomized clinical study. *Arthroscopy* 2009; 25 : 4–12.
- [40] Harryman DT, Mack LA, Wang KY, Jackins SE, Richardson ML, Matsen FA. Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73 : 982–9.
- [41] Huijsmans PE, Pritchard MP, Berghs BM, van Rooyen KS, de Beer JF, Wallace AL. Arthroscopic rotator cuff repair with double-row fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 1248–57.
- [42] Jost B, Pfirrmann CW, Gerber C, Switzerland Z. Clinical outcome after structural failure of rotator cuff repairs. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82 : 304–14.
- [43] Jost B, Zumstein M, Pfirrmann CW, Gerber C. Long-term outcome after structural failure of rotator cuff repairs. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 : 472–9.
- [44] Kaar TK, Schenck RC, Wirth MA, Rockwood CA. Complications of metallic suture anchors in shoulder surgery : a report of 8 cases. *Arthroscopy* 2001; 17 : 31–7.
- [45] Keener JD, Wei AS, Kim M, Paxton ES, Teefey SA, Galatz LM, et al. Revision arthroscopic rotator cuff repair : repair inte-

- grity and clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92 : 590–8.
- [46] Kelly JD. Disintegration of an absorbable rotator cuff six weeks after implantation. *Arthroscopy* 2005; 21 : 495–7.
- [47] Kirchhoff C, Braunstein V, Milz S, Sprecher CM, Fischer F, Tami A, et al. Assessment of bone quality within the tuberosities of the osteoporotic humeral head : relevance for anchor positioning in rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38 : 564–9.
- [48] Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobezie R. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 1184–93.
- [49] Lafosse L, Brozka R, Toussaint B, Gobezie R. The outcome and structural integrity of arthroscopic rotator cuff repair with use of the double-row suture anchor technique. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 1533–41.
- [50] Lee E, Bishop JY, Braman JP, Langford J, Gelber J, Flatow EL. Outcomes after arthroscopic rotator cuff repairs. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 : 1–5.
- [51] Levy O, Venkateswaran B, Even T, Ravenscroft M, Copeland S. Mid-term clinical and sonographic outcome of arthroscopic repair of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90 : 1341–47.
- [52] Liem D, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Magnetic resonance imaging of arthroscopic supraspinatus tendon repair. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 1770–6.
- [53] Liem D, Bartl C, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Clinical outcome and tendon integrity of arthroscopic versus mini-open supraspinatus tendon repair : a magnetic resonance imaging-controlled matched-pair analysis. *Arthroscopy* 2007; 23 : 514–21.
- [54] Liu SH, Baker CL. Arthroscopically assisted rotator cuff repair : correlation of functional results with integrity of the cuff. *Arthroscopy* 1994; 10 : 54–60.
- [55] Lo IK, Burkhart SS, Chan KC, Athanasios K. Arthroscopic knots : determining the optimal balance of loop security and knot security. *Arthroscopy* 2004; 20 : 489–502.
- [56] Lo IK, Burkhart SS. Arthroscopic revision of failed rotator cuff repairs : technique and results. *Arthroscopy* 2004; 20 : 250–67.
- [57] Mallon WJ, Misamore G, Snead DS, Denton P. The impact of preoperative smoking habits on the results of rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13 : 129–32.
- [58] Meyer DC, Nyffeler RW, Fucentese SF, Gerber C. Failure of suture material at suture anchor eyelets. *Arthroscopy* 2002; 18 : 1013–9.
- [59] Meyer DC, Fucentese SF, Koller B, Gerber C. Association of osteopenia of the humeral head with full-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2003; 13 : 333–7.
- [60] Miniaci A, MacLeod M. Transfer of the latissimus dorsi muscle after failed repair of a massive tear of the rotator cuff tear : a 2- to 5-years review. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 8 : 1120–7.
- [61] Nho SJ, Brown BS, Lyman S, Adler RS, Alteck DW, Macgillivray JD. Prospective analysis of arthroscopic rotator cuff repair : prognostic factors affecting clinical and ultrasound outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 : 13–20.
- [62] Nho SJ, Slabaugh MA, Seroyer ST, Grumet RC, Wilson JB, Verma NN, et al. Does the literature support double-row suture anchor fixation for arthroscopic rotator cuff repair? A systematic review comparing double-row and single-row suture anchor configuration. *Arthroscopy* 2009; 25 : 1319–28.
- [63] Nho SJ, Shindle MK, Adler RS, Warren RF, Altchek DW, Macgillivray JD. Prospective analysis of arthroscopic rotator cuff repair : subgroup analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 : 697–704.
- [64] Oh JH, Kim SH, Kang JY, Oh CH, Gong HS. Effect of age on functional and structural outcome after rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38 : 672–8.
- [65] Papadopoulos P, Karataglis D, Boutsidiadis A, Fotiadou A, Christoforidis J, Christodoulou A. Functional outcome and structural integrity following mini-open repair of large and massive rotator cuff tears : a 3–5-year follow-up study. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20(1) : 131–7.
- [66] Park JY, Siti HT, Keum JS, Moon SG, Oh KS. Does an arthroscopic suture bridge technique maintain repair integrity? A serial evaluation by ultrasonography. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 : 1578–87.
- [67] Piasecki DP, Verma NN, Nho SJ, Bhatia S, Boniquit N, Cole BJ, et al. Outcomes after arthroscopic revision rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 2010; 38 : 40–6.
- [68] Saridakis P, Jones G. Outcomes of single-row and double-row arthroscopic rotator cuff repair : a systematic review. *J Bone Joint Surg Am* 2010; 92 : 732–42.
- [69] Sethi PM, Noonan BC, Cunningham J, Shreck E, Miller S. Repair results of 2-tendon rotator cuff tears utilizing the transosseous equivalent technique. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19 : 1210–7.
- [70] Slabaugh MA, Nho SJ, Grumet RC, Wilson JB, Seroyer ST, Frank RM, et al. Does the literature confirm superior clinical results in radiographically healed rotator cuffs after rotator cuff repair? *Arthroscopy* 2010; 26 : 393–403.
- [71] Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double row rotator cuff repair : a prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 : 953–60.
- [72] Tashjian RZ, Bradley MP, Tocci S, Rey J, Henn RF, Green A. Factors influencing patient satisfaction after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16 : 752–8.
- [73] Thomazeau H, Boukobza E, Morcet N, Chaperon J, Langlais F. Prediction of rotator cuff repair by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop* 1997; 344 : 275–83.
- [74] Trantalis JN, Boorman RS, Pletsch K, Lo KY. Médial rotator cuff failure after arthroscopic double-row rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2008; 24 : 727–31.
- [75] Verma NN, Dunn W, Adler RS, Cordasco FA, Allen A, MacGillivray J, et al. All-arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair : a retrospective review with minimum 2-years follow-up. *Arthroscopy* 2006; 22 : 587–94.
- [76] Verma NN, Bhatia S, Baker CL, Cole BJ, Boniquit N, Nicholson GP, et al. Outcomes of arthroscopic rotator cuff repair in patient aged 70 years or older. *Arthroscopy* 2010; 26 : 1273–80.
- [77] Wall LB, Keener JD, Brophy RH. Double-row vs single-row rotator cuff repair : a review of the biomechanical evidence. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18 : 933–41.
- [78] Warner JP, Parsons IM. Latissimus dorsi tendon transfer : a comparative analysis of primary and salvage reconstruction of massive, irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10 : 514–21.
- [79] Werner CM, Steinmann PA, Gilbert M, Gerber C. Treatment of painful pseudoparesis due to irreparable rotator cuff dysfunction with the delta III reverse-ball-and-socket total shoulder prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87 : 1476–86.
- [80] Worland RL, Arredondo J, Angles F, Lopez-Jimenez F. Repair of massive rotator cuff tears in patients older than 70 years. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8 : 26–30.
- [81] Yamakado K, Katsuo S, Mizuno K, Arakawa H, Hayashi S. Medial-row failure after arthroscopic double-row rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2010; 26 : 430–5.
- [82] Zumstein MA, Jost B, Hempel J, Hodler J, Gerber C. The clinical and structural long-term results of open repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* 2008; 90 : 2423–31.

Rupture de la coiffe des rotateurs et sport

M. FERRAND¹, P. HARDY¹

RÉSUMÉ

Les contraintes supportées par l'épaule lors du geste de lancer exposent la coiffe des rotateurs à la rupture. Les lésions de coiffe observées dans cette population jeune aux muscles trophiques résultent de continuums pathologiques complexes regroupés sous le terme de « conflits intra-articulaires ».

Le conflit intra-articulaire postérosupérieur est responsable des douleurs postérieures d'épaule des sportifs de lancer. Il survient lors de la phase d'armer tardif, moment où l'épaule est en abduction, hyper-rotation externe et antépulsion. Dans cette position, la coiffe entre en conflit avec le bord postérosupérieur de la glène. La répétition de ce contact entraîne les modifications anatomiques locales qui vont entretenir et aggraver l'importance du conflit jusqu'à la rupture. L'érosion du bourrelet postérosupérieur entraîne un contact tendon-os qui modifie l'anatomie de la glène, construisant de véritables exostoses. Il peut s'agir d'un éperon postérosupérieur ou d'une lésion de Bennett. La laxité antérieure caractéristique de ces épaules majore le stress sur la coiffe par étirement. L'extension des lésions labrales vers l'avant peut créer une lésion de SLAP, qui complique la prise en charge. La démarche diagnostique est maintenant bien connue. L'arthro-IRM en position ABER est l'examen de référence, mais les radiographies suffisent à évoquer le diagnostic et à faire le bilan des lésions osseuses. Le traitement repose en première intention sur l'arrêt du geste de lancer associé à des mesures de rééducation strictes. Les étirements capsulaires dorsaux de ces épaules raides en rotation interne et le protocole de Kibler sont les éléments essentiels de cette réadaptation. Bien conduits, ils permettent de surseoir à l'indication chirurgicale dans la majorité des cas. Le programme chirurgical n'est pas clairement établi. L'idée d'une chirurgie à la carte corrigeant tous les paramètres déficients de l'épaule pathologique est intéressante, et l'arthroscopie y trouve tout son intérêt. Cependant, un programme trop lourd risque d'altérer la souplesse de l'épaule qui faisait la qualité du geste sportif. Aucun traitement n'assure un retour au sport au niveau antérieur dans 100 % des cas, il est même constaté une relation inverse entre résultat chirurgical et niveau sportif. Dans ces conditions, la décision d'une chirurgie doit être réfléchie, et le patient doit être bien informé. Le conflit intra-articulaire antérosupérieur est responsable des douleurs antérieures d'épaules des sportifs de lancer. La poulie du long biceps est soumise à de fortes contraintes lors de la phase de

ABSTRACT – ROTATOR CUFF TEAR AND SPORT

Rotator cuff is highly exposed in throwing sports. Lesions in this particular population with excellent muscular trophicity are the result of complex sequences named as internal impingements. Posterosuperior impingement is responsible for posterior pain in throwing shoulders. It happens in the late cocking phase, when the shoulder is in abduction, external rotation and flexion. In this position, there is an impingement between cuff tendons and the posterosuperior side of the glenoid. Repetition of this contact creates anatomical disorders that emphasize the impingement until cuff tear. Anatomical shoulder modifications as labral defect, bony spur, Bennett's lesion, anterior capsular distension or posterior retraction increase strain on the rotator cuff. Anterior extension of the peel back lesion can lead to a SLAP lesion. Arthro-RMI in ABER position is the gold standard to make the diagnosis. Medical management of these shoulders and eviction of throwing activities should be attempted first. Physiotherapy is based on posterior capsular stretch and Kibler's rehabilitation protocol. It avoids a surgical procedure in many cases. Surgical management is uncertain. Reconstruction of a normal shoulder by correcting each abnormality with an arthroscopic approach is ideal. Still, stiffness resulting from a too ambitious surgical program will decrease the athlete's performance. No treatment can guarantee a thrower a full recovery of his anterior capacity, and results decrease as sport level rises. In this condition, surgery must be considered, and the patient must be informed.

Anterosuperior impingement is responsible for anterior pain in throwing shoulders. The high strain on the biceps pulley in the follow through phase of throwing is responsible for pulley rupture and biceps instability. Evolution leads to subscapularis rupture or SLAP lesion. Pulley reparation is indicated, but tenodesis of the biceps remains the better way to ensure an effective result.

¹ Service d'orthopédie-traumatologie, hôpital Ambroise-Paré, 9, avenue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne-Billancourt, France.

décélération du geste du lancer. Au stade d'instabilité du biceps, l'évolution vers une lésion du subscapulaire et/ou une lésion de SLAP est à craindre. Le diagnostic clinique repose sur les manœuvres testant la longue portion du biceps, le bilan radiologique sur l'imagerie injectée, au mieux l'arthro-IRM. Devant les résultats mitigés des reconstructions de poulie du biceps, la ténodèse semble la chirurgie la plus raisonnable.

La rupture de coiffe des rotateurs intéresse aussi et surtout les sportifs d'âge mûr. Les réparations chirurgicales arthroscopiques donnent d'excellents résultats dans cette population.

Mots clés : Coiffe des rotateurs. – Sport. – Conflit interne.

Middle-aged athletes also have to face with rotator cuff tear. Rotating cuff tear reparation leads to excellent results in this population.

Keywords: Rotator cuff tear. – Sport. – Internal impingement.

Les performances réalisées par les sportifs de lancer font leur succès auprès du grand public. Elles sont également pour nous une curiosité physiologique. L'extraordinaire mobilité de l'épaule poussée à l'extrême est à l'origine des exploits physiques observés dans ces sports. Les records de vitesse enregistrés (162 km/h en baseball, 249 km/h en tennis) laissent imaginer les contraintes supportées par les muscles de la coiffe des rotateurs, stabilisateurs essentiels de cette articulation.

Le caractère dégénératif des ruptures de coiffe est bien démontré. Cependant, l'hyperutilisation de son épaule place le sportif de haut niveau dans une situation de vulnérabilité vis-à-vis de ses muscles dès le plus jeune âge. Les ruptures vraies restent rares, elles sont la conséquence d'une anomalie anatomique congénitale ou acquise associée, ou alors d'un traumatisme à haute énergie avec luxation (luxation erecta du rugbyman). Tout déficit ou asymétrie entre les différents groupes musculaires excentre le centre de rotation de la tête humérale, exposant ses stabilisateurs intra- et extra-articulaires. Si les théories des conflits glénohuméraux internes et externes sont séduisantes pour les biomécaniciens, elles sont cependant le sujet de controverses. Nous nous baserons donc sur les données de la littérature en répondant à plusieurs questions :

- Quels sont les mécanismes impliqués dans les ruptures tendineuses de coiffe des rotateurs des sportifs de lancer de haut niveau ?
- Quel traitement proposer, et quel résultat espérer ?
- Quelle est la conséquence d'une rupture de coiffe chez le sportif amateur de plus de 50 ans ?

Car la demande sportive la plus fréquente est celle des sportifs de loisir, chez qui la pratique du sport est un marqueur important de qualité de vie.

Diagnostiques différentiels

La rupture des tendons de la coiffe des rotateurs est loin d'être la seule cause de douleur de l'épaule chez le

sportif, d'autant qu'il est jeune. L'examen clinique et paraclinique doit s'attacher à dépister :

- une pathologie du complexe labrobicipital : lésion de Bankart et ses variantes (lésions ALPSA [*anterior labroligamentous perosteal sleeve avulsion*]) dans le cadre d'une épaule douloureuse et instable, lésion de SLAP [*superior labral anterior to posterior*];
- les pathologies de l'intervalle des rotateurs : instabilité du long biceps, atteinte des poulies;
- les atteintes neurologiques : nerf suprascapulaire, dyskinésie scapulothoracique, SICK *scapula* : le syndrome de « SICK scapula » a été créé par Burkhart, Morgan et Kibler pour désigner les conséquences périarticulaires de la fatigabilité musculaire liée à l'hyperutilisation de l'épaule chez le lanceur [6-8]. Le S indique la malposition de la scapula, le I, la proéminence de la pointe inférieure, le C, la douleur et la malposition de la coracoïde et le K, la dyskinésie des mouvements scapulaires;
- une pathologie acromioclaviculaire : ostéolyse claviculaire distale, instabilité acromioclaviculaire, os acromial.

Il faut se rappeler que ces pathologies peuvent être associées entre elles, mais aussi à une tendinopathie de la coiffe des rotateurs ou à un conflit.

Conflit postérosupérieur

Concept de conflit intra-articulaire postérosupérieur

Décrit pour la première fois en 1991 simultanément par Christopher Jobe et Gilles Walch, le conflit intra-articulaire postérosupérieur est le diagnostic clinique caractérisé par des douleurs postérieures de l'épaule chez un sportif de lancer (figure 1). Si la théorie du conflit extra-articulaire sous-acromial de Neer faisait référence à l'époque, Jobe avait déjà constaté en 1989 que la décompression sous-acromiale n'améliorait pas



Figure 1. Pitcher, late cocking phase.

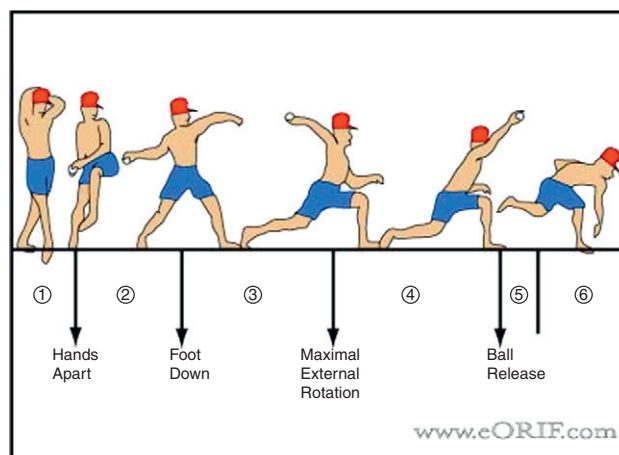


Figure 2. Les différentes phases du lancer.

Wind up (préparation)

Late cocking phase (phase d'armer tardif)

Early (phase d'armer précoce)

Acceleration (accélération)

Follow through (accompagnement)

cette population, suggérant que la cause de la lésion se situait probablement ailleurs. Lors d'une arthroscopie pour rupture partielle de la face profonde du supraspinatus chez un jeune lanceur, Walch constate que la lésion se projette sur le bord postérosupérieur de la glène quand le bras est porté en abduction, extension et rotation externe. Suivant cette constatation isolée, il publie une série de 17 patients, sportifs de lancer, présentant le même type de lésion et traités par débridement arthroscopique [17,18,36,37].

Le conflit postérosupérieur associe initialement une lésion des fibres postérieures du supraspinatus (60 % des cas), des fibres antérieures de l'infraspinatus (4 %) ou des deux (36 %) à une lésion du labrum postérosupérieur. Il s'agit dans la quasi-totalité des cas de ruptures partielles de la face articulaire de la coiffe. Le conflit survient dans la position d'armer tardif du bras (« late cocking phase »), lorsque l'épaule est en abduction, extension et rotation externe maximale (figure 2). Dans cette configuration, une hyperabduction surajoutée au-dessus du plan horizontal est critique pour la coiffe des rotateurs et le labrum [26]. Le contact entre la face profonde de la coiffe et le labrum est cependant physiologique, mais sa répétition ou son aggravation par une laxité antérieure et une hyperrotation externe le rendent symptomatique (figure 3). Le conflit devient pathologique quand les lésions anatomiques apparaissent. Ces lésions sont responsables des douleurs, même si les différents auteurs ne sont pas tous d'accord sur ce point. Pour Walch, le conflit mécanique osseux en est la cause. Burkhart considère que la rétraction capsulaire postérieure autorise l'hyperrotation externe, et que le stress sur la coiffe dans cette position extrême est responsable des lésions tendineuses observées. Jobe enfin insiste sur l'importance de la laxité antérieure dans la plainte douloureuse de ces patients.

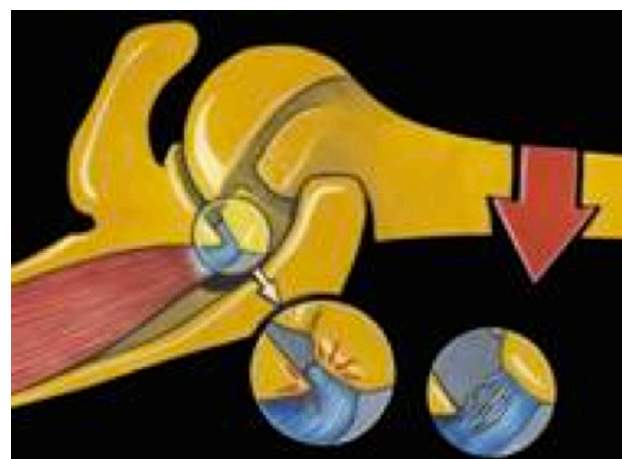


Figure 3. Le conflit interne postérosupérieur, d'après G. Walch.

L'intérêt porté à cette théorie de la part des cliniciens, imageurs et chirurgiens depuis bientôt 20 ans a permis de caractériser plus précisément le phénomène, et la notion de conflit postérosupérieur doit aujourd'hui être considérée comme un continuum entre [11] :

- une laxité antérieure sans instabilité;
- un déficit de rotation interne en abduction par rétraction capsulaire postérieure;
- un conflit postérosupérieur;
- une lésion du bourrelet postérosupérieur;
- une rupture partielle de la face articulaire de la coiffe des rotateurs;
- une instabilité du complexe labrobicipital;
- une dyskinésie de la scapula.

Diagnostic clinique et paraclinique

La présentation typique est celle d'un jeune sportif de lancer se plaignant de douleurs postérieures de l'épaule dominante. Le modèle anglo-saxon le plus étudié est celui du *pitcher*, joueur de baseball au poste de lancer. Il s'agit majoritairement en France de joueurs de tennis, de badminton, de volleyeurs, de handballeurs, de lanceurs de javelot et à un moindre degré des nageurs. La douleur survient durant la phase tardive d'armer du bras, à l'instant précédant l'accélération ou à l'initiation de celle-ci. S'ensuit fréquemment une sensation de « bras mort », comme une grande fatigue du bras à la fin du geste. L'examen physique recherche les éléments évocateurs du diagnostic. Trois signes à l'examen comparatif sont à rechercher sur le membre dominant :

- laxité antérieure : hyper-rotation externe, tiroir, hyperabduction en rotation neutre, sulcus ;
- déficit de rotation interne en abduction à 90° ;
- test du conflit postérieur de Jobe.

La laxité antérieure est pratiquement constamment observée. Elle doit être différenciée d'une instabilité. De même, le déficit de rotation interne, mesuré en abduction (*glenohumeral internal rotation deficit* [GIRD] des Anglo-Saxons), fait partie des caractéristiques de ces épaules de lanceurs, qui présentent anatomiquement un épaississement capsulaire postérieur et un amincissement antérieur. Le déficit de rotation interne est considéré comme pathogène quand l'amplitude rotatoire de l'épaule – soit RE2 + RI2 – est inférieure à 180°. L'association d'une laxité antérieure à un GIRD est la définition de l'épaule à risque de Burkhart et Morgan (figure 4). La positivité du test de conflit postérieur de Jobe est fortement évocatrice. Patient sur le dos, le bras porté en abduction 90° et rotation externe maximale, la traction vers l'avant de l'humérus provoque une douleur postérieure, qu'il faut différencier d'une sensation

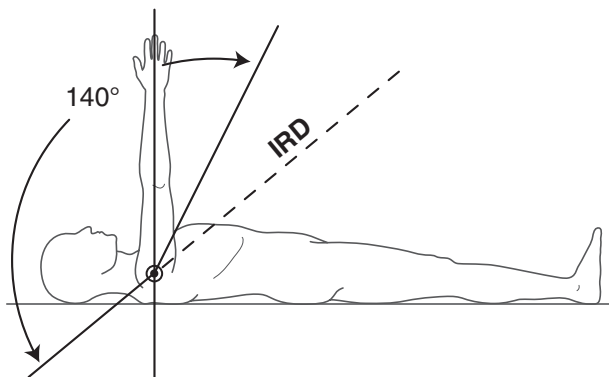


Figure 4. L'épaule à risque selon Burkhart.

d'instabilité (douleur antérieure). La positivité de ce test signifierait pour son auteur un conflit postérosupérieur avec lésion du sus-épineux et du labrum en miroir. Jobe a également établi dans le même article une classification clinique en trois grades de ce conflit appréciant le retentissement de la symptomatologie sur la qualité de vie du malade, mais présentant peu d'intérêt en pratique.

Walch montre, 3 ans après ses premières constatations arthroscopiques, que l'imagerie est aussi sensible et spécifique que l'arthroscopie pour diagnostiquer le conflit postérosupérieur. Le bilan radiologique doit comporter une épaule « 5 incidences + 1 » (face trois rotations, profil de Lamy, profil axillaire comparatif) [32]. L'étude des clichés s'attache à retrouver trois signes indirects de conflit postérieur :

- une lésion de Bennett : il s'agit d'une ossification capsulaire postérieure au niveau de l'insertion du triceps, pouvant aller jusqu'à créer une véritable exostose postéro-inférieure [5]. Elle était retrouvée chez 22 % de *pitchers* asymptomatiques dans la série de Wright [39]. Elle est visualisée sur le profil axillaire. Un éculement postérieur peut être visualisé sur cette incidence, plus facile à apprécier avec un cliché comparatif ;
- une ostéocondensation de la grosse tubérosité sur la face en rotation externe ;
- des géodes de la grosse tubérosité, qui seraient un bon indicateur de rupture partielle de la face profonde de la coiffe des rotateurs [28].

Une étude américaine, quoique portée sur un petit nombre de cas (6 patients), montre que les trois signes sont présents dans 100 % des cas de conflits postérosupérieurs, authentifiés par arthroscopie [14]. Cette étude rapporte également une disparition des kystes huméraux après traitement chirurgical. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) peut enfin montrer une capsule postérieure épaissie, entrant dans le cadre du GIRD cliniquement associé.

L'arthro-IRM en position ABER (*abduction and external rotation*) est l'examen diagnostique de référence, avec plus de 95 % de sensibilité et de spécificité. En plus de visualiser directement le conflit (figure 5), trois structures doivent être analysées :

- la face profonde du supra- et de l'infraspinatus : irrégularité, délamination ou rupture ;
- le labrum postérosupérieur : effilochage, désinsertion ou lésion (*peel-back lesion*) [figure 6] ;
- la grosse tubérosité : œdème osseux, kystes du trochiter à l'insertion des fibres postérieures du supraspinatus et de l'infraspinatus.

La tomодensitométrie n'a que peu d'utilité dans la démarche diagnostique, s'avérant inférieure à l'IRM pour l'étude des parties molles. Elle est surtout utile

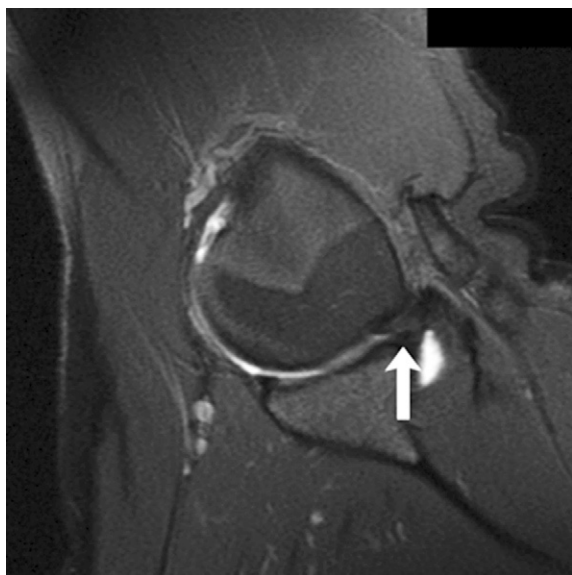


Figure 5. Conflit postérosupérieur en arthro-IRM, position ABER.

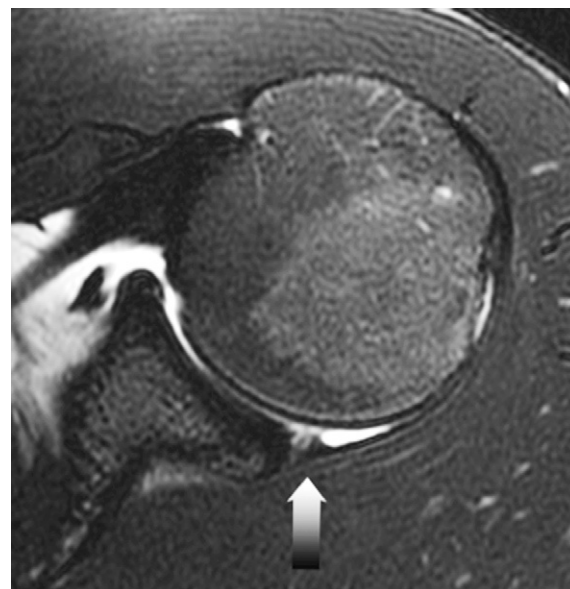


Figure 6. Peel back lesion à l'arthro-IRM.

pour calculer les versions glénoïdiennes et humérales, et peut également déceler une lésion de Bennet [34]. Drakos et al. ont montré sur une étude tomodensitométrique que les *pitchers* de haut niveau avaient une rétroversion glénoïdienne statistiquement supérieure à celle d'une population contrôle [10]. Les auteurs suggèrent que la rétroversion glénoïdienne excessive pourrait favoriser le conflit. Les résultats décevants des ostéotomies dans cette indication n'encouragent pas à s'intéresser à ce paramètre en première intention.

Traitement

Le traitement du conflit postérosupérieur tente de corriger les anomalies anatomiques présentées par le sportif en conservant ses mobilités exceptionnelles. Le terme consacré par les Anglo-Saxons de « *thrower's paradox* » résume bien la difficulté d'arriver à cet idéal thérapeutique, et probablement aussi le caractère mitigé des résultats.

La prise en charge est avant tout médicale. L'éviction du geste de lancer est la règle devant toute exacerbation douloureuse. Les anti-inflammatoires oraux sont efficaces. L'absence d'étude sur l'efficacité des injections intra-articulaires incite à la plus grande prudence chez ces sujets jeunes. Des séries d'infiltrations de ces épaules ont été publiées, notamment en regard de la lésion de Bennett, avec des résultats médiocres. Certains les utilisent encore à visée diagnostique, en injectant un anesthésique local dans l'exostose afin de préciser son caractère symptomatique, comme il est couramment réalisé dans l'articulation acromioclaviculaire.

La rééducation de ces épaules représente le volet médical le plus efficace [6–8,38]. Une importance particulière est accordée à la correction du GIRD, et l'étirement capsulaire postérieur doit être la base de la kinésithérapie de ces épaules, en curatif comme en préventif. L'efficacité de la correction de ce paramètre est illustrée par Burkhart dans « The Disabled Throwing Shoulder : Spectrum of Pathology », une trilogie publiée par le journal *Arthroscopy* au fil de l'année 2003. Sur 39 *pitchers* professionnels démarant la saison de baseball avec un GIRD, 60 % ont présenté une blessure à l'épaule les obligeant à stopper leur saison. À l'opposé, un suivi prospectif réalisé pendant 2 ans sur une cohorte de tennismen de haut niveau, comparée à un groupe témoin, a montré que la réalisation d'étirements capsulaires postérieurs quotidiens avait diminué de 38 % les blessures d'épaule en augmentant la rotation interne et l'arc rotatoire. Cette constatation est supportée par une troisième étude similaire portant sur des *pitchers* américains de ligue majeure, dont aucun sujet n'a été contraint d'arrêter sa saison à cause de problèmes d'épaule avec ces étirements préventifs.

L'exercice réalisé est simple à expliquer au patient en consultation : le sportif, allongé sur son épaule dominante portée en abduction et rotation interne, appuie sur sa main, forçant ainsi l'étirement en rotation interne. Cet exercice est baptisé le « *sleeper stretch* » (figure 7). L'autre paramètre anatomique à corriger est la distension capsulaire antérieure. Celle-ci est contrôlée par un renforcement musculaire global. Elle permet surtout d'éviter de transformer une laxité antérieure



Figure 7. *Sleeper stretch.*

en véritable instabilité dès lors que les structures postérieures sont étirées. Le recentrage de la tête humérale et l'équilibrage musculaire sont les deux éléments principaux de cette réadaptation.

Le protocole de rééducation de Kibler s'attache à la rééducation de la scapula et de toute la chaîne musculaire dorsale jusqu'aux membres inférieurs [3,4]. L'auteur insiste sur l'importance d'une musculature axiale dans la prévention des blessures du sportif [19]. La stabilisation de l'ensemble du corps est nécessaire au soulagement de l'épaule lors de l'activité « catapulte » du lancer. Il s'agit d'une rééducation en chaînes cinétiques fermées associée à des mouvements de pylométrie. Elle nous a permis de diminuer nos indications chirurgicales.

La modification du geste de lancer est souhaitable, mais difficile à obtenir en pratique. Elle vise à diminuer l'élévation de l'épaule lors de la phase de lancer tardif, afin d'éviter l'association hyper-rotation externe et hyperextension.

La rééducation bien menée, et donc bien prescrite, doit conduire à une amélioration des symptômes et à un retour au sport dans la majorité des cas. L'indication de la chirurgie se pose dans deux situations : la résistance au traitement médical bien conduit, et l'existence d'une rupture de coiffe.

Au stade de rupture, l'attitude chirurgicale est la même que chez le patient d'âge mûr. Il s'agit dans la majorité des cas de ruptures partielles de la face profonde du sus- ou du sous-épineux. Les ruptures transfixiantes sont très rares, les sportifs de haut niveau consultant précocement, les amateurs modifiant leur geste ou cessant spontanément leur activité douloureuse. Les résultats des réparations de ruptures complètes chez les sportifs de haut niveau sont médiocres : Andrews [1] rapporte 8 % de retour à la compétition de

haut niveau sur leurs 12 *pitchers* professionnels après réparation à ciel ouvert d'une rupture transfixiante.

Les lésions partielles sont nettement plus fréquentes. En l'absence d'étude sur leur évolution dans cette population particulière, les auteurs s'accordent sur une prise en charge identique à celle de la population plus âgée. Les ruptures de plus de 50 % (stade 3 d'Ellman) évoluent vers l'aggravation de façon significative. Elles doivent être réparées, soit par suture directe, soit par totalisation de la rupture puis suture. L'incertitude thérapeutique concerne les ruptures de moins de 50 % (stade 2 d'Ellman). Leur évolution est mal connue, et il n'existe pas de différence entre les différents traitements dans la littérature. La plupart des auteurs recommandent un débridement arthroscopique, même si les cicatrisations après avivement sont rares. Les résultats rapportés dans les débridements des ruptures partielles sont bons à excellents dans plus de trois quarts des cas dans la série de Reynolds et al. (76,5 %), qui porte sur 34 épaules de *pitchers* professionnels [29]. L'étude retrouve 91 % de retour à la compétition, mais seulement 1 sur 3 le considéraient au même niveau. Constatation intéressante de cette série : le plus mauvais résultat est survenu sur la seule rupture partielle stade 3 de la série, confirmant les mauvais résultats de l'absence de réparation lorsque la lésion emporte plus de la moitié du tendon. D'autres auteurs ont publié des résultats similaires dans le débridement des ruptures partielles : citons Andrews et al. qui, avant même la découverte du conflit postérosupérieur, rapportent 85 % de retours à la compétition à un niveau équivalent dans une population de 36 jeunes sportifs, dont 23 *pitchers* [1].

Les conclusions de Sonnery-Cottet et Walch sont moins enthousiastes : dans leur série de 28 joueurs de tennis ayant bénéficié d'un débridement arthroscopique de lésions de conflit postérosupérieur, 22 patients avaient repris le tennis (78 %), mais parmi eux 20 joueurs (91 %) se plaignaient toujours de douleurs d'épaule [33]. De même, dans la série de Riand et Walch publiée la même année et portant sur 75 sportifs de lancer de tous niveaux, le taux de satisfaction après débridement arthroscopique des lésions de la coiffe et du bourrelet s'élève à seulement 40 % de bons et excellents résultats [30]. Les auteurs concluent surtout à un résultat inversement proportionnel au niveau sportif, aucun sportif de compétition de la série n'ayant repris son activité au même niveau. Les résultats des sutures transtendineuses rapportés par Ide et al. ne semblent pas supérieurs aux débridements arthroscopiques [16]. Le nombre de sportifs de leur série est trop petit pour en faire une indication dans cette population, mais ils constatent également que les résultats sont meilleurs pour des ruptures

de moins de 50 % de profondeur. L'hétérogénéité des résultats entre les séries peut s'expliquer par l'attitude plus agressive des équipes américaines, qui rapportent moins de débridements purs que de débridements avec geste de réparation des lésions associées.

L'évolution du concept de conflit postérosupérieur est toujours centrée sur la lésion de la coiffe des rotateurs, qui marque un tournant dans la maladie. Mais peut-être faut-il considérer une stratégie chirurgicale thérapeutique «à la carte», comme le préconise Conway [9]. La conception moderne de l'épaule du lanceur nous amène donc à nous poser cinq questions dans la planification du programme de réparation chirurgicale :

- Faut-il traiter la laxité antérieure ?
- Faut-il traiter les atteintes capsulolabiales postérieures ?
- Que faire de la lésion de Bennett quand elle est présente ?
- Que faire sur le complexe labrobicipital ?
- Y a-t-il une indication pour un geste osseux ?

Plusieurs études ont pointé du doigt la laxité antérieure dans l'échec des débridements arthroscopiques. Jobe, le premier, considère cette laxité comme le *primum movens* de la pathologie de conflit postérosupérieur. Il publie en 1996 une série de 25 athlètes opérés par réparation capsulolabrale antérieure à ciel ouvert, avec un retour au même niveau sportif dans 68 % des cas. Suivant cette théorie, Levitz, Andrews et Dugas proposent une réduction capsulaire thermique arthroscopique [23]. Cette étude rétrospective comparative retrouve un meilleur taux de retour à la compétition dans le groupe capsulorraphie thermique (93 % contre 80 %). Ce résultat est stable dans le temps de façon significative, quand le taux de sportifs opérés par débridement simple chute à 30 mois à 67 %. La réhabilitation, un peu plus longue de 1 mois en moyenne, s'explique par l'enraidissement induit par ce type de procédure (7° dans l'étude de Levitz). D'autres auteurs confirment ces meilleurs résultats après capsulorraphie antérieure, malgré la perte de quelques degrés de rotation externe. Ce paramètre serait donc à prendre en compte dans le programme chirurgical des conflits postérosupérieurs, avec toute la réserve sur les complications à plus long terme des capsulorraphies thermiques rapportées dans la littérature.

L'autre versant capsulaire pathologique de ces épaules est représenté par la rétraction postérieure, entraînant une des caractéristiques des grands lanceurs qu'est la raideur en rotation interne. Le traitement conservateur a déjà montré, comme nous le disions plus haut, l'efficacité d'une action d'assouplis-

sement de la capsule à ce niveau. L'équipe japonaise de Yoneda s'est intéressée à la correction arthroscopique de ce paramètre chez 16 sportifs de haut niveau [41]. Une arthrolyse postérieure était réalisée entre 6 et 11 h sur des épaules droites. Les résultats montrent 11 retours au même niveau sportif (69 %), avec 88 % d'indolence complète à 2 ans. Le labrum est souvent retrouvé pathologique sur son versant postérosupérieur (figure 8). Le débridement de la *peel back lesion* est la règle. L'abrasion du bourrelet permet de localiser une rupture partielle de petite taille lorsque le bras est porté en position ABER, la lésion venant se projeter sur le labrum pathologique (*kissing lesion*) [figure 9]. La lésion du bourrelet s'accompagne fréquemment d'un remaniement glénoïdien postérosupérieur. Lévine a évalué les résultats des abrasions arthroscopiques postérosupérieures de glène dans une population de 27 sportifs de lancer souffrant de conflit postérosupérieur douloureux résistant au traitement médical [22]. Les auteurs retrouvent 73 % de retour au sport à niveau antérieur. Tous les patients de cette série avaient une rupture partielle de coiffe alors que le bilan préopératoire n'en faisait état que dans 13 cas sur 27. Fait important, 5 ruptures (19 %) n'étaient visibles à l'arthroscopie qu'en position ABER. Les auteurs insistent sur l'importance de la mobilisation de l'épaule pendant l'arthroscopie, cette dernière passant à côté de la rupture dans près de 1 cas sur 5 dans le cas contraire. De plus, l'importance de la résection est calquée sur la persistance d'un conflit lors de cette même manœuvre. Enfin, le seul échec de la série est survenu sur une glénoïdoplastie insuffisante. Aucune complication de la procédure n'est reportée, avec une tête humérale centrée aux derniers reculs. Les résultats

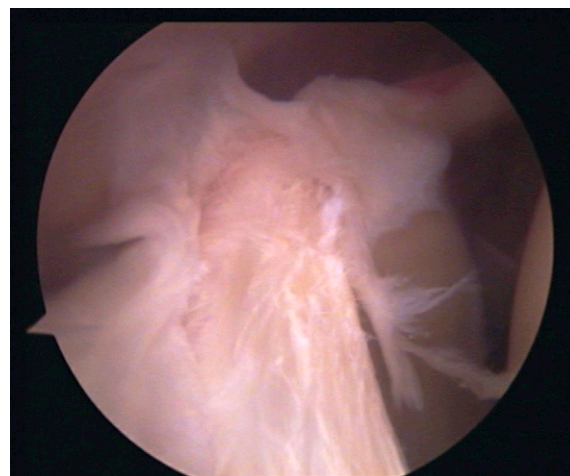


Figure 8. *Peel back lesion* à l'arthroscopie.

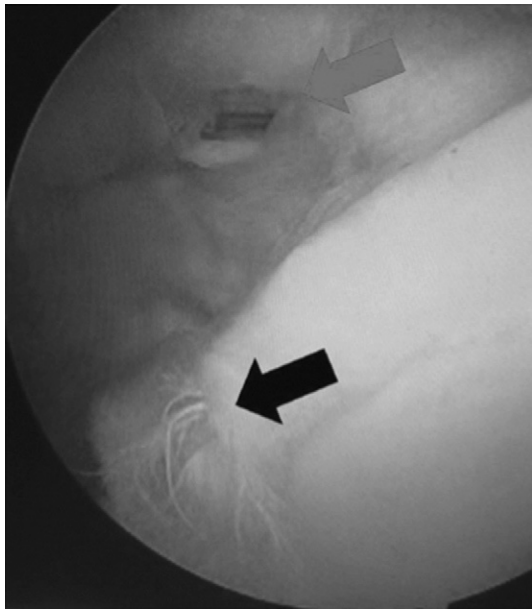


Figure 9. *Kissing lesion* : lésion du labrum et du supraspinatus en miroir.

de cette étude plaident en faveur d'une cause des douleurs purement mécanique.

Le troisième volet du traitement chirurgical concerne la lésion de Bennett. Son implication dans les phénomènes douloureux est incertaine, puisqu'elle est retrouvée chez plus de 1 lanceur asymptomatique sur 5. Une infiltration d'anesthésique local en regard de l'exostose peut aider au diagnostic. Le débridement arthroscopique de la lésion de Bennett rapporte des résultats imparfaits. Yoneda et al., dans une étude prospective portant sur 16 *pitchers* souffrant de lésion de Bennett symptomatique selon leurs critères, montrent 70 % de retour au niveau sportif antérieur, avec disparition des images radiologiques à 2 ans [40]. Meister et al. constatent seulement 55 % de résultats similaires, avec une tendance à un mauvais résultat quand l'exostose mesure plus de 100 mm² et seulement 1 récurrence radiologique à 8 ans sur les 18 patients de l'étude [25].

Le complexe labrobicipital fait partie du tableau pathologique de ces épaules. Nous ne traiterons pas en détail des lésions de SLAP qui s'écartent du sujet de la monographie et mériteraient un chapitre entier. Leur traitement repose sur la ténodèse de la longue portion du biceps. Elle donne de meilleurs résultats que les réinsertions du bourrelet supérieur. Les techniques de réinsertion, trop rigides, sont probablement la raison des raideurs et des douleurs postopératoires. Les techniques de réparation des ruptures partielles de la face articulaire sans conversion en rupture totale entraînent souvent un resserrement de la poulie bici-

pitale. Il est plus prudent de réaliser systématiquement une ténodèse de la longue portion du biceps en cas de réparation directe d'une rupture partielle.

Quelle est la place d'un geste osseux de correction de la rétroversion dans ces épaules? Riand et Walch ont réalisé une ostéotomie de dérotation humérale associée à une myorrhaphie du subscapulaire à 20 patients [31]. Il s'agissait des mauvais résultats de leur série de 75 débridements arthroscopiques qui n'avaient pu reprendre leur activité sportive antérieure. L'intervention a permis un retour au niveau sportif initial pour 55 % de ces patients et à un niveau inférieur pour 25 %. À noter que 3 des 4 échecs étaient retrouvés chez des patients présentant une hyperlaxité multidirectionnelle. L'ostéotomie humérale de dérotation permet donc dans un cas non négligeable de cas de sauver les échecs des débridements arthroscopiques simples. Une fois de plus, l'étude retrouve de mauvais résultats en l'absence de correction de la laxité.

Que penser de l'acromioplastie et de la bursectomie chez ces patients? L'engouement pour la décompression sous-acromiale dans les douleurs d'épaule, depuis la description de Neer dans les années 1980, a fait proposer à tort la technique à la population de jeunes sportifs souffrant de douleurs d'épaule. La bursectomie est intéressante en cas de bursite très inflammatoire, elle suppose une exploration de l'espace sous-acromial qui ne fait pas partie du déroulement d'une arthroscopie pour conflit postérosupérieur. L'acromioplastie n'est pas logique dans cette situation : il s'agit d'un conflit intra-articulaire, les lésions de la coiffe se situent à la face profonde, et le caractère laxo caractéristique de ces épaules n'encourage pas à un geste d'arthrolyse sous-acromiale. Mithöfer et al. considèrent ainsi l'existence d'un conflit postérosupérieur comme une contre-indication à l'acromioplastie [27].

Quel que soit le traitement effectué, la rééducation est immédiate, avec interdiction de rotation externe le 1^{er} mois. La reprise du geste de lancer est autorisée à partir du 3^e ou du 4^e mois, et le retour à la compétition entre 6 et 9 mois.

Conclusion

Le conflit postérosupérieur est aujourd'hui une entité bien définie sur les plans biomécaniques, cliniques et radiologiques. L'exhaustivité de la littérature confirme que cette théorie est acceptée par la majorité de la communauté chirurgicale. Un flou persiste sur la prise en charge thérapeutique de ces épaules jeunes, chez qui l'origine de la douleur n'est pas claire. La très haute exigence fonctionnelle de ces patients explique le caractère décevant des résultats, traduisant de façon

tristement littérale l'expression « *thrower's paradox* ». En l'absence d'étude comparative, il est difficile de donner une conduite à tenir systématisée. L'idée d'une chirurgie à la carte des parties molles après échec du traitement médical paraît la plus à même de donner le meilleur résultat. La correction de chaque paramètre déficient – traitement des lésions tendineuses et labrales, correction de la laxité antérieure et de la raideur postérieure, résection d'une lésion de Bennett, abrasion postérosupérieure de glène, considération du complexe labrobicipital – semble ainsi indispensable, idéalement en un temps. La chirurgie osseuse de dérotation humérale doit être réservée aux échecs de la chirurgie arthroscopique.

Il est important de noter l'absence de morbidité associée à ces gestes, puisque aucune complication directement imputable à la chirurgie n'est rapportée par les différents auteurs. Depuis l'utilisation de protocoles de rééducation spécifiques (étirements capsulaires postérieurs et stabilisation de l'omoplate), nos indications chirurgicales ont diminué de façon importante.

Conflit intra-articulaire antérosupérieur

Le conflit antérosupérieur a été beaucoup moins étudié que son homologue postérieur. La lésion princeps serait une atteinte de la poulie du long biceps. L'extension des lésions conduit aux atteintes de l'intervalle et du LGHS. Le tendon du subscapulaire se retrouve coincé entre la tête humérale et la partie antérosupérieure de la glène quand le bras est porté en flexion-rotation interne et adduction, position finale du geste du lancer [12,15,20].

Sur le plan biomécanique, le biceps se contracte de façon extrêmement puissante à la fin du geste de lancer – initiation de la phase de décélération – pour stopper l'hyperextension du coude. Le pic de contrainte sur la poulie se situe au moment de cette contraction, et augmente quand le bras est porté en hyperadduction ou en hyperabduction. Deux gestes sont incriminés dans la rupture de la poulie. Pour Habermeyer et al., un mouvement d'armer-contré violent (volleyball, basketball) peut rompre une poulie fragilisée. Ce mode d'entrée aigu dans la maladie fait la particularité du conflit antérosupérieur, qui peut se révéler après un traumatisme. Il peut également s'agir d'une chute sur le bras en extension et hyper-rotation, interne ou externe. L'autre mécanisme reconnu est la répétition de contractions du biceps en rotation interne, dans le plan horizontal pour Habermeyer et al., en adduction pour Krzycki et al., qui constatent une forte propor-

tion de distensions de l'intervalle des rotateurs chez de jeunes paraplégiques utilisant leur fauteuil roulant de façon très active [15,21].

Cliniquement, la douleur survient à la fin du lancer, durant la phase de décélération. Le caractère inflammatoire de l'atteinte bicipitale entraîne volontiers des douleurs insomniantes. Les tests spécifiques du biceps sont fréquemment positifs : présents dans 2 cas sur 3 dans la série de Baumann et al., le *palm up* et l'*O'Brien test* sont considérés comme les plus sensibles pour déceler une lésion de la poulie [2]. Gerber et Sebesta ont décrit un test plus spécifique de conflit antérosupérieur [13]. Il s'agit d'un test de conflit sous-acromial modifié, mais très proche de celui de Hawkins. Le bras est porté en antépulsion 90°, adduction et rotation interne. Le test est positif quand l'augmentation de l'élévation antérieure dans cette position devient douloureuse. Les auteurs rapportent que le conflit entre le complexe long biceps/poulie et le pôle antérosupérieur de la glène survient à partir de 120° d'antépulsion. L'examen clinique recherche surtout une atteinte du subscapulaire : *lift-off* de Gerber, Belly Press Test, Bear Hug. L'existence d'une hyper-rotation externe du côté atteint a peu de valeur dans cette population de lanceurs. Aucun des patients des différentes séries ne présente de signe clinique de laxité ou d'instabilité.

L'imagerie est peu contributive pour le diagnostic du conflit, mais utile pour diagnostiquer une luxation du biceps ou une lésion du subscapularis. L'IRM simple suffit dans cette indication. Les examens injectés sont recommandés; seuls l'arthro-IRM et l'arthroscanner sont suffisamment sensibles pour déceler une lésion de l'intervalle des rotateurs. L'opacification de l'espace sous-acromial en l'absence de rupture de coiffe transfixiante fait le diagnostic. L'arthroscopie diagnostique garde peut-être une indication dans cette pathologie.

Le chapitre thérapeutique du conflit antérosupérieur est peu développé dans la littérature. Il n'existe à ce jour aucune recommandation sur la prise en charge médicale ou chirurgicale. Plusieurs traitements chirurgicaux, à ciel ouvert et arthroscopiques, ont été publiés. Il s'agit de petites séries, avec des reculs souvent insuffisants. Les réparations de l'intervalle, de la poulie et du LGHS ont été réalisées. Il n'existe aucun moyen d'affirmer que ces techniques sont supérieures à une simple ténodèse arthroscopique du long biceps. Les auteurs insistent sur l'importance d'agir avant l'apparition d'une rupture du subscapularis. Une attitude de réparation ambitieuse se justifie chez un jeune sportif de haut niveau. Passé 35 ans, la ténodèse arthroscopique du long biceps semble plus raisonnable.

Rupture de coiffe et sport après 50 ans

La pratique d'une activité physique régulière est essentielle dans la qualité de vie de nos patients sportifs, sans parler des bienfaits reconnus d'un tel comportement sur la santé dans cette tranche d'âge : 42 % des licenciés golfeurs et plus de 100 000 licenciés à la Fédération française de tennis en France ont plus de 55 ans. Ces chiffres augmentent chaque année parallèlement à nos motifs de consultation pour rupture de coiffe de rotateurs. La demande fonctionnelle de ces patients, modeste par rapport aux sportifs de haut niveau, est toutefois importante à prendre en compte quand se pose la question d'une réparation. L'élargissement de nos indications s'en trouvera certainement modifié dans les années à venir. En l'absence d'études comparatives étudiant le retour au sport après rupture de coiffe des rotateurs opérée, nous présenterons les résultats de quelques séries publiées qui peuvent servir d'argumentaire lors d'une consultation.

Vives et al. présentent en 2001 une série rétrospective de 29 golfeurs âgés de 60 ans en moyenne, opérés pour une réparation de coiffe à ciel ouvert [35]. À plus de 3 ans de recul, tous les patients sauf 3 jouaient encore. Trois patients estiment jouer à un niveau inférieur, soit

au total 80 % de retour à un niveau identique, apprécié sur le handicap et la longueur du drive, ainsi que l'absence de douleur.

Une série plus récente de traitement arthroscopique a été publiée par Liem et al. en 2008 [24]. Dans cette série de 21 sportifs de lancer âgés de 58,9 ans en moyenne, tous les patients reprenaient leur activité sportive au même rythme à 6,3 mois en moyenne, avec un niveau estimé à 91,9 % de leur condition antérieure.

Conclusion

La rupture de coiffe des rotateurs marque un tournant dans l'activité sportive quel que soit le niveau de pratique du patient. Le retour au sport à niveau équivalent est difficile. Les conflits intra-articulaires sont responsables de douleurs d'épaule chez le jeune sportif. Les reconnaître tôt permet de limiter l'extension des lésions. Chez le jeune lanceur de haut niveau, une grande attention doit être portée au mécanisme de la rupture et aux pathologies intra- et extra-articulaires associées. La rééducation est le volet thérapeutique essentiel de ces épaules. La chirurgie est indiquée après échec de la kinésithérapie. Chez le sportif d'âge mûr, le programme de réparation peut être ambitieux quel que soit l'âge.

RÉFÉRENCES

- [1] Andrews JR, Broussard TS, Carson WG. Arthroscopy of the shoulder in the management of partial tears of the rotator cuff : a preliminary report. *Arthroscopy* 1985 ; 1 : 117-22.
- [2] Baumann B, Genning K, Böhm D, Rolf O, Gohlke F. Arthroscopic prevalence of pulley lesions in 1007 consecutive patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17(1) : 14-20.
- [3] Ben Kibler BW, Sciascia A. What went wrong and what to do about it : pitfalls in the treatment of shoulder impingement. *Instr Course Lect* 2008 ; 57 : 103-12.
- [4] Ben Kibler W, Sciascia A. Rehabilitation of the athlete's shoulder. *Clin Sports Med* 2008 ; 27(4) : 821-31.
- [5] Bennett GE. Elbow and shoulder lesions of baseball players. *Am J Surg* 1959 ; 98 : 484-92.
- [6] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder : spectrum of pathology. Part I : pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003 ; 19(4) : 404-20.
- [7] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder : spectrum of pathology. Part II : evaluation and treatment of SLAP lesions in throwers. *Arthroscopy* 2003 ; 19(5) : 531-9.
- [8] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder : spectrum of pathology. Part III : The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy* 2003 ; 19(6) : 641-61.
- [9] Conway JE. Arthroscopic repair of partial-thickness rotator cuff tears and SLAP lesions in professional baseball players. *Orthop Clin North Am* 2001 ; 32(3) : 443-56.
- [10] Drakos MC, Barker JU, Osbahr DC, Lehto S, Rudzki JR, Potter H, et al. Effective glenoid version in professional baseball players. *Am J Orthop* 2010 ; 39(7) : 340-4.
- [11] Drakos MC, Rudzki JR, Allen AA, Potter HG, Altchek DW. Internal impingement of the shoulder in the overhand athlete. *J Bone Joint Surg Am* 2009 ; 91 : 2719-28.
- [12] Garofalo R, Karlsson J, Nordenson U, Cesari E, Conti M, Castagna A. Anterior-superior internal impingement of the shoulder : an evidence based review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010 ; 18(12) : 1688-93.
- [13] Gerber C, Sebesta A. Impingement of the deep surface of subscapularis tendon and the reflexion pulley on the anterosuperior glenoid rim : a preliminary report. *J Shoulder Elbow Surg* 2000 ; 9(6) : 483-90.
- [14] Giaroli EL, Major NM, Higgins LD. MRI of internal impingement of the shoulder. *AJR Am J Roentgenol* 2005 ; 185(4) : 925-9.

- [15] Habermeyer P, Magosch P, Pritsch M, Scheibel MT, Lichtenberg S. Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions : a prospective arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; 13(1) : 5–12.
- [16] Ide J, Maeda S, Takagi K. Arthroscopic transtendon repair of partial-thickness articular-side tears of the rotator cuff : anatomical and clinical study. *J Sports Med* 2005; 33(11) : 1672–9.
- [17] Jobe CM. Posterior superior glenoid impingement : expanded spectrum. *Arthroscopy* 1995; 11(5) : 530–6.
- [18] Jobe CM. Superior glenoid impingement. Current concepts. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 330 : 98–107.
- [19] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006; 36(3) : 189–98.
- [20] Kirchhoff C, Imhoff AB. Posterosuperior and anterosuperior impingement of the shoulder in overhand athletes-evolving concepts. *Int Orthop* 2010; 34(7) : 1049–58.
- [21] Krzycki J, Tischer T, Imhoff AB. The para-shoulder : lesions of the anterior-superior complex (Labrum, SGHL, SSC) and their arthroscopic treatment. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2006; 144 (5) : 446–8.
- [22] Lévine C, Garrett J, Borel F, Walch G. Arthroscopic posterior glenoidoplasty for posterior glenoid impingement. In: Boileau P, editor. *Shoulder concepts 2010. Arthroscopy & arthroplasty*. Montpellier : Sauramps Médical; 2010. p. 393–9.
- [23] Levitz CL, Dugas J, Andrews JR. The use of arthroscopic thermal capsulorrhaphy to treat internal impingement in baseball players. *Arthroscopy* 2001; 17(6) : 573–7.
- [24] Liem D, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Arthroscopic rotator cuff repair in overhead-throwing athletes. *Am J Sports Med* 2008; 36(7) : 1317–22.
- [25] Meister K, Andrews JR, Batts J, Wilk K, Baumgarten T. Symptomatic thrower's exostosis. Arthroscopic evaluation and treatment. *Am J Sports Med* 1999; 27(2) : 133–6.
- [26] Mihata T, McGarry MH, Kinoshita M, Lee TQ. Excessive glenohumeral horizontal abduction as occurs during the late cocking phase of the throwing motion can be critical for internal impingement. *Am J Sports Med* 2010; 38(2) : 369–74.
- [27] Mithöfer K, Fealy S, Altchek DW. Arthroscopic treatment of internal impingement of the shoulder. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2004; 5 : 66–75.
- [28] Nakagawa S, Yoneda M, Hayashida K, Wakitani S, Okamura K. Greater tuberosity notch : an important indicator of articular-side partial rotator cuff tears in the shoulders of throwing athletes. *Am J Sports Med* 2001; 29(6) : 762–70.
- [29] Reynolds SB, Dugas JR, Cain EL, McMichael CS, Andrews JR. Debridement of small partial-thickness rotator cuff tears in elite overhead throwers. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466 (3) : 614–21.
- [30] Riand N, Boulahia A, Walch G. Posterosuperior impingement of the shoulder in the athlete : results of arthroscopic debridement in 75 patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2002; 88(1) : 19–27.
- [31] Riand N, Levigne C, Renaud E, Walch G. Results of derotational humeral osteotomy in posterosuperior glenoid impingement. *Am J Sports Med* 1998; 26 : 453–9.
- [32] Rossi F, Ternamian PJ, Cerciello G, Walch G. Posterosuperior glenoid rim impingement in athletes : the diagnostic value of traditional radiology and magnetic résonance. *Radiol Med (Torino)* 1994; 87(1–2) : 22–7.
- [33] Sonnery-Cottet B, Edwards TB, Noel E, Walch G. Results of arthroscopic treatment of posterosuperior glenoid impingement in tennis players. *Am J Sports Med* 2002; 30 : 227–32.
- [34] Tétreault P, Krueger A, Zurakowski D, Gerber C. Glenoid version and rotator cuff tears. *J Orthop Res* 2004; 22(1) : 202–7.
- [35] Vives MJ, Miller LS, Rubenstein DL, Taliwal RV, Becker CE. Repair of rotator cuff tear in golfers. *Arthroscopy* 2001; 17 (2) : 165–72.
- [36] Walch G, Boileau P, Noel E, Donell ST. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim : an arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg* 1992; 1 : 238–45.
- [37] Walch G, Liotard JP, Boileau P, Noel E. Postero-superior glenoid impingement. Another shoulder impingement. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 1991; 77(8) : 571–4.
- [38] Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med* 2002; 30(1) : 136–51.
- [39] Wright RW, Paletta Jr GA. Prevalence of the Bennett lesion of the shoulder in major league pitchers. *Am J Sports Med* 2004; 32(1) : 121–4.
- [40] Yoneda M, Nakagawa S, Hayashida K, Fukushima S, Wakitani S. Arthroscopic removal of symptomatic Bennett lesions in the shoulders of baseball players : arthroscopic Bennett-plasty. *Am J Sports Med* 2002; 30(5) : 728–6.
- [41] Yoneda M, Nakagawa S, Mizuno M, Fukushima S, Hayashida K, Mae T, et al. Arthroscopic capsular release for painful throwing shoulder with posterior capsular tightness. *Arthroscopy* 2006; 22 : 801.e1 –5.

Luxation récidivante antérieure de l'épaule et rupture de la coiffe des rotateurs : résultats du traitement chirurgical

G. WALCH¹, L. NEYTON¹, A. GODENÈCHE¹

RÉSUMÉ

Les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs associées à une luxation récidivante antérieure posent un problème thérapeutique. Faut-il traiter l'instabilité et la rupture de coiffe dans le même temps, ou l'une des deux seulement ? À partir d'une série rétrospective, le but de ce travail était d'apporter des éléments de réponse.

Matériel

La série comportait 27 patients et 28 épaules. L'âge moyen lors de la première luxation était de 47 ans (16–65). Le nombre moyen de luxations préopératoires était de 2,6 (1–20). Le délai moyen entre le premier épisode et l'intervention chirurgicale était de 6,1 années. Une encoche de Malgaigne était présente dans 96 % des cas, une fracture du bord antéro-inférieur de la glène dans 53,5 % des cas et une arthrose glénohumérale stade 1 ou 2 dans 37,5 %. Tous les patients présentaient une rupture transfixiante de la coiffe : rupture isolée du supraépineux dans 43 % des cas, rupture supra- + infraépineux dans 35 % des cas, rupture supraépineux + subscapulaire dans 4 % des cas, et enfin rupture des trois tendons dans 18 % des cas.

Méthodes

En préopératoire, le bilan clinique comportait un score de Constant ainsi qu'un bilan radiographique standard et un arthroscanner ou une IRM permettant d'évaluer le statut tendinomusculaire de la coiffe. Deux types d'intervention ont été réalisés : soit le traitement isolé de l'instabilité par une butée de Trillat lorsque la coiffe n'était pas réparable (19 cas), soit la réparation tendineuse associée à une butée coracoïdienne selon Latarjet-Patte modifiée (9 cas). L'âge moyen des patients opérés d'un Trillat était de 59,3 ans, alors qu'il était de 40 ans pour les patients opérés d'un Latarjet avec réparation de la coiffe.

À la révision, les résultats sur l'instabilité et la coiffe étaient évalués avec les scores de Duplay et de Constant, et un bilan radiographique standard était réalisé.

ABSTRACT – RECURRENT ANTERIOR INSTABILITY OF THE SHOULDER ASSOCIATED WITH FULL THICKNESS ROTATOR CUFF TEARS: RESULTS OF SURGICAL TREATMENT

Purpose of the study

Recurrent anterior dislocations associated with full thickness rotator cuff tear carry a difficult therapeutic problem: should we treat instability and rotator cuff tear at the same time or only one of both pathologies? The goal of this study was to analyze a retrospective series of patients operated on to try to answer this question.

Material and methods

Twenty-eight shoulders (27 patients) were operated on between 1988 and 2002. The mean age at first dislocation was 47 years (16–65), the average delay between first dislocation and operation was 6.1 years. Twenty-four shoulders presented with recurrent dislocations and four shoulders with recurrent subluxations; the average number of dislocations was 2.6 (1–20). Preoperatively Hill-Sachs lesion was present in 96%, anterior glenoid rim fracture in 53.5% and glenohumeral osteoarthritis was observed in 37.5%. All the cases had full thickness rotator cuff tears: isolated supraspinatus in 43%, supra- + infraspinatus in 35 %, supraspinatus + subscapularis in 4% and rupture of the three tendons in 18%.

An isolated open stabilization with the technique of Trillat was performed in 19 cases when the cuff was not repairable or when the patient was not willing to accept rotator cuff repair (age and motivation); the mean age of the patients was 59.3 years in this group. Whereas an open anterior stabilization (Latarjet procedure) associated with rotator cuff repair was done in 9 cases (average age at operation: 40 years). All the patients were followed up and had clinical radiographic examinations more than 2 years after the operation.

¹ Hôpital privé Jean-Mermoz, 85, avenue Jean-Mermoz, 69008 Lyon, France.

Résultats

Les patients ont été revus avec un recul moyen de 73,5 mois (24–178). L'âge moyen au moment de la révision était de 59,1 ans (30–74). Le score de Duplay était en moyenne de 88 (10–100) et le score de Constant de 78,1 points (35–99). Subjectivement, 96 % des patients étaient satisfaits. Trois patients opérés d'une butée de Trillat ont présenté une récurrence d'instabilité (16 %). Le bilan radiographique postopératoire montrait une arthrose glénohumérale dans 64,3 % des cas. La différence d'âge à la révision entre les deux groupes de patients et les deux types d'intervention empêchait toute comparaison valable concernant les résultats cliniques et radiologiques.

Discussion

L'absence de réparation de la coiffe était justifiée par l'état de la coiffe tendinomusculaire et/ou la motivation et l'âge des patients. Cette attitude a conduit à un résultat fonctionnel moins bon et à un taux de récurrence d'instabilité supérieur. Nous n'avons jamais réalisé de réparation isolée de la coiffe sans traiter les lésions d'instabilité. Cette option nous paraît risquée, car tous nos patients présentaient des lésions capsulolabiales ou osseuses du bord antéro-inférieur de la glène ; une récurrence de luxation compromettrait la réparation de la coiffe.

Conclusion

En cas de rupture de la coiffe des rotateurs associée à une instabilité antérieure chronique, les lésions d'instabilité antérieures sont présentes dans 92,5 % des cas. L'opération de Trillat, malgré un taux de récurrence de 16 %, apporte des résultats fonctionnels satisfaisants en l'absence de réparation de coiffe. Lorsqu'elle est possible, la réparation associée de la coiffe est souhaitable.

Mots clés : Luxation récidivante antérieure. – Rupture de la coiffe des rotateurs. – Latarjet. – Trillat. –

Results

With a mean follow-up of 73.5 months (24–178), the average Constant score progressed from 63.1 points to 78.1 points ($p < 0.05$). Three patients who had isolated anterior stabilization had recurrence of instability (16%) whereas none of the patients with both anterior stabilization and rotator cuff repair had recurrence. Subjectively, 96% of the patients were satisfied with their operation. Postoperatively, the rate of osteoarthritis progressed to 64.3%.

Discussion

The decision do not repair the rotator cuff tear in 19 cases was justified by the size of the tear, the muscular fatty infiltration of the rotator cuff muscles and the age-motivation of the patients. This decision lead to a greater rate of recurrence (16%) and less satisfactory functional results but the age at follow-up was 20 years higher in this group than in the group with cuff repair. No patient had an isolated rotator cuff repair because 92.5% of the patients in this series had either a bony Bankart (53.5%) or a Bankart type lesion (39%). The recurrent instability in this series was clearly under the dependence of the "anterior mechanism" and not under the dependence of the "posterior mechanism". Therefore isolated repair of the cuff has never been performed because of the fear of higher rate of postoperative instability leading to rotator cuff re-tear.

Conclusion

In case of recurrent dislocations associated with rotator cuff tear, treatment of instability should be proposed whereas the concomitant repair of the cuff depends upon the possibility to perform it : size of the rupture, fatty infiltration, age and motivation of the patients.

Keywords: Recurrent anterior instability. – Rotator cuff tear. – Latarjet procedure. – Trillat procedure.

Les ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs sont rares dans les luxations récidivantes antérieures chez les sujets de moins de 40 ans. Chez les patients de plus de 40 ans, une luxation antérieure traumatique entraîne une rupture de coiffe dans 34 à 100 % des cas [10,11,16,20,24], mais les récurrences de luxation ne sont observées que dans 0 à 33 % des cas (0 % pour Simonet et al. [23], 4 % pour Pevny et al. [18], 4 % pour Hawkins et al. [11], 14 % pour Rowe et al. [21], 22 % pour Gumina et al. [10], 33 % pour Neviaser et al. [15]).

Du fait de ce double antagonisme, très peu d'articles ont été consacrés aux luxations récidivantes associées à une rupture transfixiante de la coiffe. Craig [7], à partir de 3 cas observés chez des patients de plus de 60 ans, a insisté sur le « *posterior mechanism* » initialement décrit par McLaughlin [14], selon qui les récidives

de luxation à cet âge sont en relation avec la perte des stabilisateurs dynamiques postérieurs (rupture de la coiffe), par opposition à l'« *anterior mechanism* » du sujet jeune où c'est la faillite des stabilisateurs statiques antérieurs (lésion de Bankart) qui entraîne les récurrences. Gumina et al. [10] ont rapporté 5 cas de luxations récidivantes avec rupture de coiffe chez des personnes de plus de 60 ans : les 5 cas présentaient à la fois des ruptures de coiffe et des lésions capsulolabiales antérieures, contredisant la théorie du « *posterior mechanism* ». Neviaser et al. [16] ont rapporté une série de 11 patients avec une luxation récidivante ayant débuté après l'âge de 40 ans : tous présentaient une rupture isolée du subscapulaire et des ligaments glénohuméraux au niveau du trochin, et aucun ne présentait de lésion capsulolabrale antérieure ou de rupture de la coiffe postérosupérieure.

Si la controverse existe quant aux lésions observées, elle est encore plus nette en ce qui concerne le traitement : pour Craig [7] et McLaughlin [14], la réparation de la coiffe serait suffisante pour traiter l'instabilité car il n'y a pas de lésion capsuloligamentaire antérieure. Dans la série de Gumina, 3 cas ont eu une stabilisation associée à la réparation de coiffe et 2 cas ont eu une réparation isolée de la coiffe : ces deux derniers cas ont présenté une récurrence rapide d'instabilité. Pour Neviaser, la réparation du subscapulaire sur le trochin a suffi à stabiliser ses 11 cas. Porcellini et al. [19] ont rapporté une série de 50 patients opérés sous arthroscopie qui présentaient une luxation récidivante antérieure associée à une rupture transfixiante de la coiffe : tous les patients ont eu une réparation sous arthroscopie des lésions capsulolabiales antérieures et de la coiffe et seules 2 récurrences d'instabilité (4 %) ont été observées. Hawkins et al. [11] rapportent 2 cas pour lesquels ils n'ont fait qu'une réparation de coiffe, Araghi et al. [1] rapportent 2 cas également traités selon le même principe, mais aucun de ces auteurs ne détaille les résultats. Nous avons rapporté en 1987 l'expérience de Trillat à propos de 24 cas de luxation récidivante ayant débuté après 40 ans chez lesquels une rupture de coiffe pouvait être fortement suspectée : le traitement isolé de l'instabilité sans réparation de coiffe avait permis d'obtenir 85 % de résultats satisfaisants [26].

Les luxations récidivantes avec rupture transfixiante de la coiffe posent donc un double problème, celui des lésions anatomiques pouvant expliquer les récurrences et celui du traitement : faut-il ne faire qu'une réparation de coiffe, qu'une stabilisation antérieure, ou les deux dans le même temps ? Le but de notre étude était d'apporter des éléments de réponse à partir d'une série rétrospective de patients opérés.

Matériel et méthodes

Matériel

Entre janvier 1988 et décembre 2002, au sein de 1450 instabilités antérieures récidivantes opérées par l'auteur senior (G.W.), nous avons retrouvé 28 épaules chez 27 patients présentant une rupture de coiffe associée et authentifiée en préopératoire. Il s'agissait de 22 hommes et 5 femmes, l'âge moyen au moment de l'opération était de 53,1 ans (25–71), le côté dominant était concerné dans 66 % des cas. La première luxation était toujours traumatique : les accidents de ski étaient en cause dans 50 % des cas. Le nombre moyen de luxations était de 2,6 (0–20), 4 patients n'avaient présenté que des subluxations récidivantes caractérisées par une autoréduction immédiate. Un patient

avait présenté un déficit sensitivomoteur complet du nerf circonflexe lors du premier épisode d'instabilité, la récupération avait été complète au bout de 7 mois. Le délai moyen entre le premier accident d'instabilité et l'opération était de 6,1 ans (1–23).

La consultation était motivée par l'instabilité récidivante et l'appréhension 14 fois (50 % des cas), par des douleurs chroniques nocturnes consécutives au dernier accident d'instabilité 10 fois (36 %), et par l'association des deux pour les 4 derniers cas (14 %).

Tous les patients opérés avaient eu au préalable un examen clinique complet avec mesure des amplitudes articulaires, testing de la coiffe des rotateurs, recherche des signes d'appréhension et score de Constant [5]. Le score de Constant moyen était de 64,3 points (49–83). Un bilan radiographique systématique comprenait trois incidences de face en rotations interne, neutre et externe, et un profil glénoïdien de Bernageau comparatif. Ce bilan radiographique simple (tableaux 1 et 2) mettait en évidence une encoche humérale 27 fois sur 28, une fracture du bord antéro-inférieur de la glène 15 fois, allant du petit arrachement visible au-dessous de la glène sur les radiographies de face (figure 1) à la vaste fracture du quart antéro-inférieur de la glène visible sur tous les clichés (figure 2). Une arthrose était présente 10 fois (35,7 % des cas), caractérisée par une ostéophytose inférieure stade 1 de Samilson et al. [22] 7 fois (figure 3) et stade 2, 3 fois.

Tous les patients, sauf un qui présentait cliniquement une rupture massive de la coiffe touchant les trois tendons et qui n'était pas motivé pour une réparation de coiffe, ont eu une imagerie complémentaire : 22 fois un arthroscanner opaque et 5 fois une imagerie par résonance magnétique (IRM) [tableaux 1 et 2]. Une rupture transfixiante isolée du supraépineux était présente 12 fois, une rupture associée des tendons supra- et infraépineux 10 fois, des supraépineux et subscapulaire 1 fois ; enfin, 5 cas présentaient une rupture des trois tendons principaux : supra- + infraépineux et subscapulaire. Le tendon du long biceps était rompu 5 fois, subluxé 6 fois et luxé 1 fois. Une infiltration graisseuse des muscles de la coiffe [9] était présente 18 fois et absente dans 10 cas : le supraépineux était concerné 13 fois, l'infraépineux 15 fois et le subscapulaire 6 fois (tableaux 1 et 2).

Méthodes

Traitement chirurgical

Deux types d'intervention ont été réalisés : soit une intervention de Trillat [25] associée à une ténodèse du tendon du long biceps lorsqu'il n'était pas rompu, soit une butée coracoïdienne associée à une réparation de

Tableau 1

Caractéristiques épidémiologiques et lésionnelles des patients opérés selon la technique de Latarjet-Patte associée à une réparation de la coiffe

Nom	Sexe	Âge 1 ^{re} luxation	Circon- stances 1 ^{re} luxation	Type d'instabilité	Âge opéra- toire	Encoche	Lésion glène	Rupture tendineuse	IG muscles	Arthrose Samilson préopératoire	Coiffe	LPB
ANG	M	42	Foot	Subluxation récidivante	46	+	0	SE	0	Stade 1	STO	Ténodèse
BOS	M	18	Ski	Luxation récidivante	25	+	Fc	SE	0	Stade 1	STO	
DES	M	53	Ski	Luxation récidivante	54	+	Fc	SE + SOE	0	0	STO	Ténodèse
GAB	M	48	Ski	Luxation récidivante	48	+	Bankart	SE	0	0	2 ancrs	Ténodèse
MAR	M	23	Moto	Luxation récidivante	40	Non	Bankart	SE + SOE	IG stade 1 SOE	0	STO	Ténodèse
PAI	M	45	Ski	Luxation récidivante	49	+	Fc	SE	0	Stade 1	STO	Ténodèse
PIC	M	16	Rugby	Luxation récidivante	39	+	Fc	SE	0	0	2 ancrs	
RAN	M	27	Foot	Luxation récidivante	32	+	Fc	SE + subluxation LPB	0	0	2 ancrs	Ténodèse
ROM	M	26	Foot	Subluxation récidivante	28	+	Fc	SE	0	0	1 ancre	

Fc : fracture; SE : supraépineux; SOE : infraépineux; LPB : longue portion du biceps; IG : infiltration graisseuse; STO : suture transosseuse.

Tableau 2
Caractéristiques épidémiologiques et lésionnelles des patients opérés selon la technique de Trillat

Nom	Sexe	Âge 1 ^{re} luxation	Circon- stances 1 ^{re} luxation	Type d'instabilité	Âge opéra- toire	Encoche	Lésion glène	Rupture tendineuse	IG muscles	Arthrose Samilson préopératoire	Autres
BOE	M	52	Chute	Luxation récidivante	62	+	Écurement Bankart	SE + SOE	Stade 2 SE, stade 3 SOE	0	
BOR	M	51	Ski	Luxation récidivante	52	+	Fc	SE + SOE + SScap + rupt. LPB	Stade 3 SE, SOE, SSCAP	0	
CHA	M	40	Chute	Luxation récidivante	46	+	Fc	SE + SOE + SSCAP + lux. LPB	Stade 2 SScap, stade 4 SOE	St. 2	Fracture coracoïde
COR	F	65	Chute	Luxation récidivante	70	+	Fc	SE + SOE	Stade 3 SE, stade 2 SOE	0	
DIS gauche	F	57	Agression	Subluxation récidivante	71	+	Fc	SE + SOE	Stade 2 SE, stade 2 SOE	0	
DIS droite	F	65	Chute	Luxation récidivante	71	+	Fc	SE + SOE + sublux. LPB	Stade 3 SE, stade 3 SOE	0	
GUI	M	44	Ski	Luxation récidivante	57	+	Fc	SE	0	0	
JAC	F	51	Ski	Luxation récidivante	61	+	Bankart	SE + SOE	Stade 3 SE, stade 2 SOE	0	
JAN	M	28	Foot	Luxation récidivante	47	+	Bankart	SE + SOE + SSCAP	Stade 4 SOE	St. 1	
JEA	M	45	Ski	Luxation récidivante	49	+	Fc	SE + SSCAP + rupt. LPB	Stade 3 SE, stade 2 SScap	St. 2	Fracture coracoïde
LAU	M	61	Chute	Luxation récidivante	63	+	Bankart	SE + SOE + SSCAP + rupt. LPB	Stade 3 SOE, stade 4 SScap	0	

(Suite)

Tableau 2
Suite

Nom	Sexe	Âge 1 ^{re} luxation	Cir- stances 1 ^{re} luxation	Type d'instabilité	Âge opéra- toire	Encoche	Lésion glène	Rupture tendineuse	IG muscles	Arthrose Samilson préopératoire	Autres
MAZ	M	58	Ski	Luxation récurrente	62	+	Fc	SE	Stade 1 SOE	St. 1	
MET	M	50	Ski	Luxation récurrente	61	+	Bankart	SE + SOE + SSCAP + rupt. LPB	Stade 3 SOE, stade 1 SE, SScap	St. 1	
MOR	M	54	Ski	Subluxation récurrente	55	+	Bankart	SE + rupt. LPB	Stade 1 SOE	0	
NAY	M	55	Chute	Luxation récurrente	56	+	Bankart	SE + SOE + sublux. LPB	Stade 3 SE, SOE	0	
NIV	F	58	Chute	Luxation récurrente	59	+	0	SE + sublux. LPB	Stade 3 SE, stade 1 SScap	0	
PAN	M	57	Ski	Luxation récurrente	60	+	Bankart	SE	0	St. 1	
PYA	M	63	Ski	Luxation récurrente	64	+	Fc	SE + SOE + sublux. LPB	Stade 3 SE, St.2 SOE	St. 2	
RAV	F	59	Chute	Luxation récurrente	61	+	Bankart	SE + SOE + sublux. LPB	Stade 4 SE, stade 3 SOE	0	

Fc : fracture; SE : supraépineux; SOE : infraépineux; SScap : subscapulaire; LPB : longue portion du biceps; IG : infiltration graisseuse.

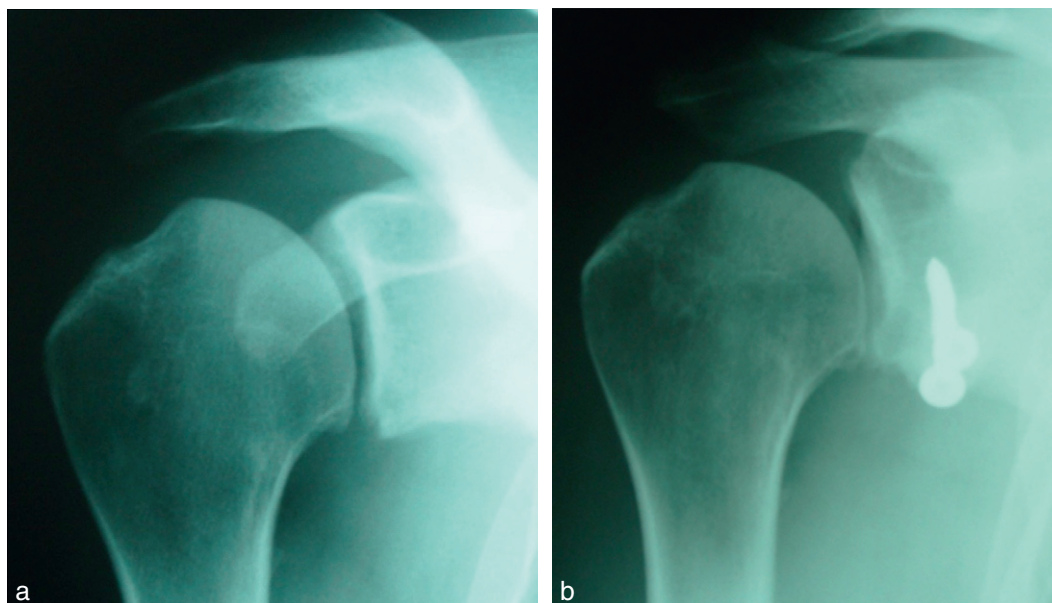


Figure 1. Première luxation à ski à 18 ans, puis luxation récidivante (plus de 10 épisodes) [BOS]. Fracture de glène. Encoche humérale arthrose stade 1. Rupture du supraépineux (a). Opération de Latarjet + réparation du supraépineux à l'âge de 25 ans. Revu avec 10 ans de recul à 35 ans, stable. Score de Constant à 89 points, arthrose stade 2 (b).

la coiffe des rotateurs. Le choix entre ces deux techniques reposait sur la réparabilité de la rupture de coiffe et la motivation des patients. Lorsque la rupture était jugée irréparable (espace sous-acromial inférieur à 7 mm sur le cliché de face en rotation neutre et/ou infiltration graisseuse musculaire > stade 2) ou lorsque le patient était âgé ou non motivé pour une intervention lourde, l'intervention de Trillat, qui avait fait la preuve de son efficacité dans cette situation, était proposée.

L'opération était réalisée selon la technique originale : par une voie d'abord transdeltoidienne, l'articulation était ouverte au niveau du bord supérieur du subscapulaire, le bord antéro-inférieur de l'articulation était exploré pour rechercher les lésions antéro-inférieures. Les fractures du bord antéro-inférieur de la glène, retrouvées 9 fois, étaient traitées, comme les décollements de Bankart, retrouvés 9 fois également, par un avivement à la raspatoire. La coracoïde était ostéotomisée à sa base puis abaissée et soigneusement médialisée pour que sa pointe ne déborde pas en dehors de l'articulation. La fixation était réalisée par un clou de Hahn 14 fois et par une vis malléolaire 4 fois. Lorsque le biceps n'était pas rompu, il était ténodésé par une suture au tendon du subscapulaire ou une vis d'interférence résorbable [8]. Dix-neuf patients ont bénéficié de cette technique. En postopératoire, une simple écharpe de 15 jours était mise en place avec début de rééducation passive immédiate. La vie quotidienne était autorisée progressivement à partir du 15^e jour, et l'activité sportive ou à risque pour l'épaule à partir du 90^e jour.

Les neuf autres patients ont été opérés selon la technique de Latarjet-Patte modifiée (discision du subscapulaire dans le sens des fibres) [13,17,28] associée à une réparation des tendons de la coiffe des rotateurs. Une incision cutanée deltopectorale allongée vers le haut et latéralisée était réalisée. Dans un premier temps, la transposition coracoïdienne était réalisée par voie deltopectorale et la coracoïde fixée par deux vis malléolaires. Les fractures de la berge antérieure de la glène étaient réséquées et les lésions de Bankart, retrouvées isolément 2 fois, étaient avivées. Un seul cas n'avait pas de lésion antéro-inférieure. Dans un deuxième temps, par un décollement sous-cutané, un abord transdeltoidien de la coiffe était réalisé, une acromioplastie était systématiquement réalisée et la coiffe était réparée par des points transosseux en double U [29]; 6 patients ont eu une ténodèse de la longue portion du biceps par une vis d'interférence résorbable.

Les patients étaient placés sur une attelle d'abduction à 20° pour une période de 1 mois puis, pour le 2^e mois, ont eu une écharpe simple empêchant la reprise de l'activité quotidienne avant le 3^e mois. La rééducation passive avec balnéothérapie débutait immédiatement après l'opération pour une récupération rapide des amplitudes articulaires. Les étirements étaient institués à partir du 2^e mois et poursuivis jusqu'à la fin du 6^e mois où la reprise des activités sportives était autorisée. Aucun exercice de renforcement musculaire n'était proposé avant la fin du 6^e mois.

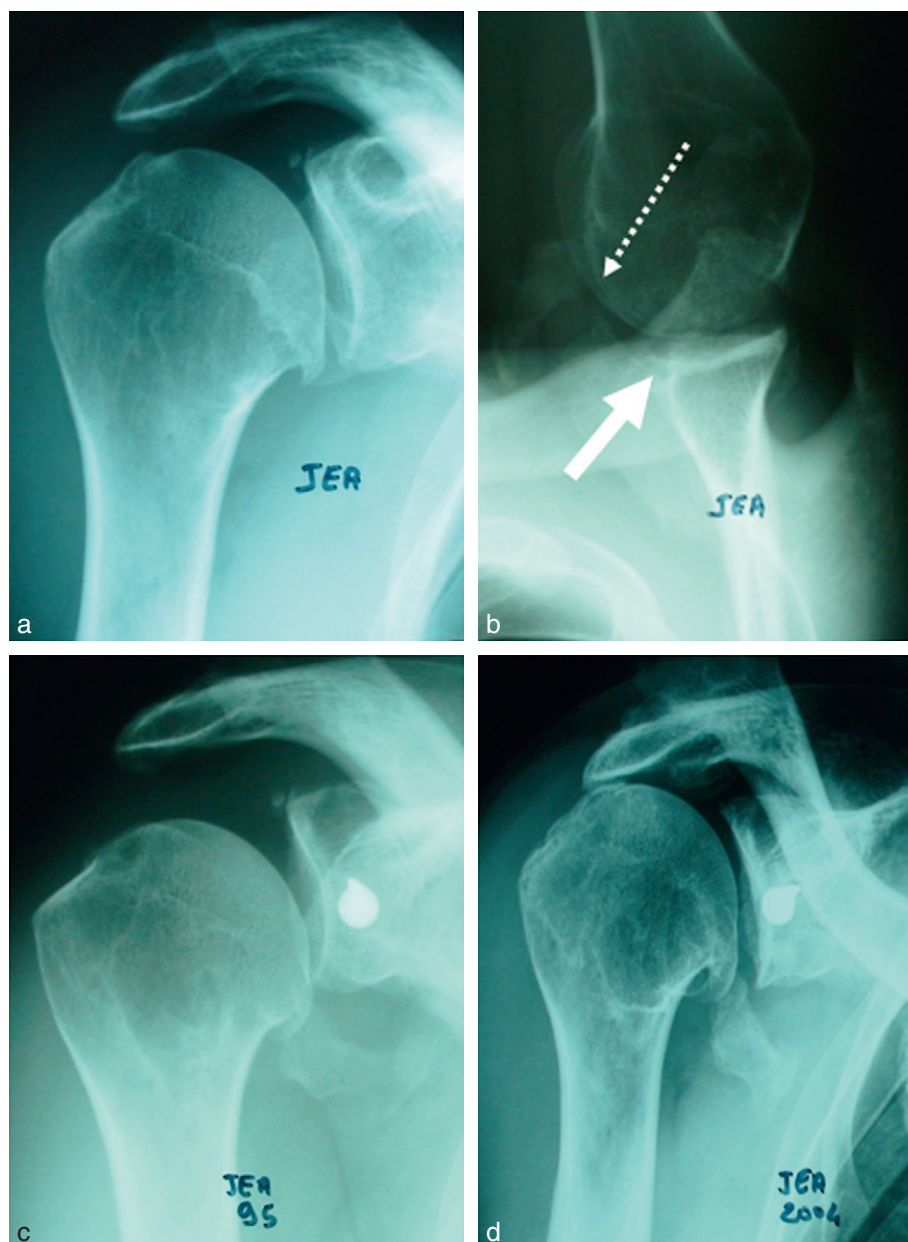


Figure 2. Première luxation à l'âge de 45 ans (ski), puis subluxations à répétitions et quatre récidives de luxations (JEA). En pré-opératoire, rupture des tendons subscapulaire et supraépineux, infiltration graisseuse de stade 3 du supraépineux et de stade 4 du subscapulaire. Arthrose stade 1, fracture du bord antéro-inférieur de la glène, pseudarthrose de la coracoïde (a,b). Opéré à 49 ans : opération de Trillat + ténodèse de la longue portion du biceps (c). Revu avec 9 ans de recul. Score de Constant à 77 points. Très satisfait, stable. Arthrose stade 3 (d).

Méthode de révision

Tous les patients ont été reconvoqués, 22 ont été revus en consultation et 6 ne pouvant pas se déplacer ont été joints au téléphone et examinés par leur médecin traitant ou un orthopédiste proche de chez eux. L'examen clinique permettait le recueil des amplitudes articulaires, le testing de la coiffe des rotateurs, l'établissement

du score de Constant et de la fiche du groupe Duplay spécifique de l'instabilité [27]. Le résultat subjectif était évalué par la question : « De votre intervention, vous estimez-vous très content, content, déçu, mécontent ? » Un bilan radiologique comprenant des incidences de face en trois rotations et un profil de Bernageau comparatif étaient systématiquement réalisés.

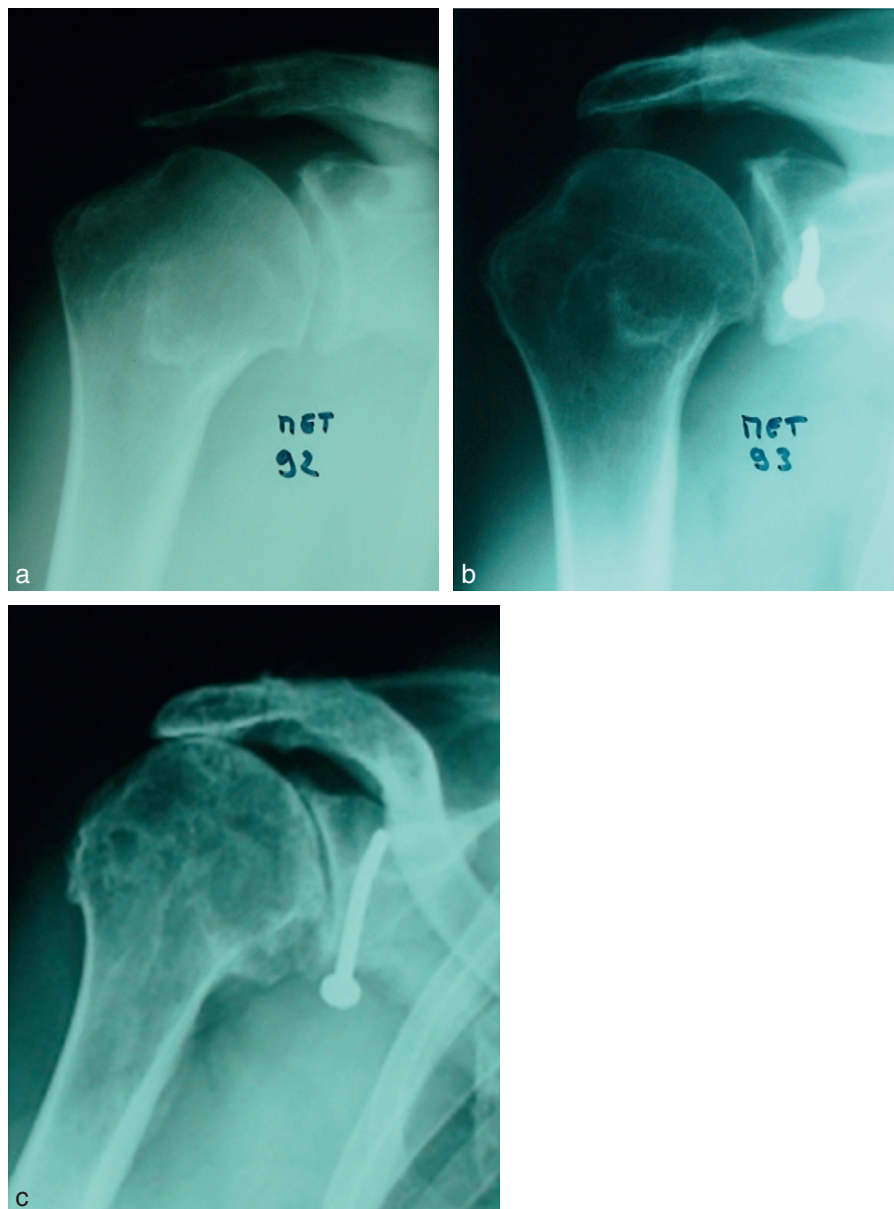


Figure 3. Première luxation à l'âge de 50 ans (ski), puis six luxations récidivantes (MET). Opéré à l'âge de 60 ans avec rupture du supraépineux + infraépineux + subscapulaire + longue portion du biceps. Infiltration graisseuse de stade 3 de l'infraépineux et de stade 1 du supraépineux et du subscapulaire. Arthrose stade 1 (a), opération de Trillat + ténodèse de la longue portion du biceps à l'âge de 61 ans (b). Revu avec un recul de 13 ans à l'âge de 73 ans, stable, score de Constant à 77, très satisfait malgré une arthrose stade 4 (c).

Statistiques

Pour comparer les variables qualitatives, le test exact de Fisher (variable dichotomique) ou le test du chi-deux du rapport de vraisemblance (variables à plus de deux modalités) ont été utilisés. Pour les variables quantitatives, une analyse de variance à un facteur (Anova) et un test de Bonferroni de comparaisons multiples ont été utilisés. La significativité des tests a été retenue si $p < 0,05$.

Résultats

Résultats globaux

Les 28 épaules chez 27 patients ont été revues avec un recul moyen de 73,5 mois (24–178), l'âge moyen au moment de la révision était de 59,1 ans (30–74). Subjectivement, 26 patients étaient satisfaits ou très satisfaits (96 %) et 1 patient était déçu.

Le score de Constant avait progressé de 64,3 à 78,1 ($p < 0,05$), le détail des différents items figure dans le [tableau 3](#). Le score de Duplay à la révision était de 88/100.

Complications et reprises

Trois patients opérés selon la technique de Trillat ont présenté une récurrence de luxation. Dans 1 cas, il s'agissait d'une récurrence unique ayant nécessité une réduction par un tiers lors d'une chute en patins à glace 7 ans après l'intervention; le patient a été revu à l'âge de 73 ans, 5 ans après cette récurrence unique, il était « très satisfait ». Dans les 2 autres cas, il s'agissait de récurrences multiples de luxation survenues dans 1 cas 6 mois après l'opération et ayant nécessité une reprise opératoire pour transformer l'opération de Trillat en Latarjet-Patte; le patient revu 11 ans après la reprise est stable et très satisfait. Le dernier patient a présenté deux récurrences 6 et 7 ans après l'opération initiale; revu à l'âge de 70 ans, il a refusé d'être réopéré et se déclare déçu du résultat.

Quatre autres complications ont été observées : 1 capsulite rétractile, 1 infection cutanée résolutive sous traitement antibiotique et 2 migrations de clou après opération de Trillat nécessitant 1 fois une réopération pour ablation simple.

Résultats radiographiques

Le bilan radiographique montrait une aggravation de l'arthrose, dont le taux passe de 35,7 à 64,3 % : 7 patients présentaient une arthrose stade 1 de Samilson et al. [22], 7 patients un stade 2, 2 patients un stade 3 et 4 patients un stade 4 caractérisé par un pincement articulaire sévère, quelquefois sans ostéophyte.

Tableau 3
Scores de Constant pré- et postopératoires

Score de Constant	Préopératoire	Postopératoire	<i>p</i>
Douleur (/15)	7,5	13,1	$p < 0,05$
Activité (/20)	11,6	17,6	$p < 0,05$
Mobilité (/40)	37,8	36,4	NS
Force en kg ×2 (/25)	7,4	11	$p < 0,05$
Score de Constant (/100)	64,3	78,1	$p < 0,05$

NS : non significatif.

Résultats en fonction de l'opération ([tableau 4](#))

Les opérations de Trillat et de Latarjet-Patte ont été effectuées sur des populations très différentes : l'âge moyen des patients opérés selon la technique de Trillat était de 20 ans supérieur à celui des Latarjet-Patte. Les lésions de la coiffe ([tableaux 1 et 2](#)) étaient également très différentes entre ces deux populations. La comparaison des résultats fonctionnel et subjectif des deux opérations n'est donc pas possible. Le taux de récurrence après opération de Latarjet-Patte associée à une réparation de la coiffe est nul dans cette courte série, alors qu'il est de 16 % après stabilisation par la technique de Trillat sans réparation de la coiffe.

Le taux de reprise opératoire dans les opérations de Trillat (1 récurrence et 1 ablation de clou) est de 10,5 % alors qu'il n'y a pas eu de reprise après opération de Latarjet-Patte.

Le taux d'arthrose postopératoire est de 44 % après opération de Latarjet-Patte et de 84 % après opération de Trillat mais, là encore, l'âge empêche toute comparaison.

Tableau 4
Comparaison des résultats de l'opération de Trillat et de l'opération de Latarjet-Patte associée à une réparation de la coiffe

	Trillat	Latarjet-Patte + réparation
<i>n</i>	19 cas	9 cas
Âge à la révision (ans)	65,5	45,8
Recul (mois)	75,3	69,6
Résultats score Duplay (points/100)	82,9	98,8
Récurrence instabilité	3 cas	0 cas
Score de Constant (points/100)	72,4	90,7
Score de Constant pondéré (%)	86,3	95,2
Force (kg ×2)	8,4	16,4
Résultat subjectif	Très content : 14 cas Content : 4 cas Déçu : 1 cas	Très content : 7 cas Content : 2 cas

Corrélations statistiques

Nous avons corrélé le sexe des patients, le côté atteint, l'âge à la première luxation, le type d'instabilité, le nombre d'accidents d'instabilité et l'âge opératoire avec les lésions du bord antéro-inférieur de la glène, l'encoche humérale, l'arthrose préopératoire, les ruptures tendineuses, l'infiltration graisseuse et les résultats cliniques et radiographiques.

L'âge au premier accident, le délai préopératoire et l'âge à l'opération sont corrélés de manière statistiquement significative ($p < 0,05$) avec le nombre de tendons rompus et l'infiltration graisseuse des muscles de la coiffe. L'âge moyen des patients ne présentant pas d'arthrose postopératoire était de 50,4 ans alors qu'il était de 62,7 ans pour les cas d'arthrose ($p < 0,05$). Nous n'avons pas retrouvé de différence significative d'âge entre les différents stades d'arthrose. Le délai préopératoire et le nombre d'accidents d'instabilité n'étaient pas corrélés à la survenue de l'arthrose ($p > 0,1$).

Nous n'avons pas retrouvé de corrélation avec le sexe, le côté atteint, l'arthrose préopératoire, les lésions antéro-inférieures de la glène, les encoches humérales et le nombre d'accidents d'instabilité.

Discussion

Cette étude rapporte les cas de deux groupes paradoxaux : le premier constitué de 5 patients de moins de 40 ans qui présentent une rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs associée à une luxation récidivante; le second constitué de 23 patients de plus de 40 ans qui présentent une luxation récidivante de l'épaule associée à une rupture de coiffe.

La rupture des tendons de la coiffe après une luxation antéro-interne traumatique chez les sujets de moins de 40 ans a été décrite par Hawkins à propos de 5 cas [12], mais nous n'avons retrouvé aucun cas de luxation récidivante avec rupture transfixiante de la coiffe chez des sujets de moins de 40 ans dans la littérature. Nos 5 patients étaient tous des hommes ayant présenté leur première luxation lors d'un accident de sport. La perte de force à l'examen clinique et/ou la présence de phénomènes douloureux nocturnes inhabituels dans les instabilités récidivantes doivent faire évoquer cette complication et conduire à une imagerie complémentaire préopératoire.

Les récurrences de luxation antéro-interne après un premier épisode survenu au-delà de 40 ans ont été rapportées dans 0 à 33 % des cas [10,11,15,18,21,23]. L'association à une rupture transfixiante de la coiffe paraît curieusement rare : Araghi et al. [1] rapportent

une série de 11 patients opérés d'une luxation récidivante ayant débuté après 40 ans, 9 ne présentant pas de rupture; Hawkins et al. [11], sur une série de 8 cas opérés de luxation récidivante après l'âge de 40 ans, ne rapportent que 2 cas avec une rupture de coiffe. Gumina et al. [10], sur 8 cas opérés pour instabilité récidivante ayant débuté après l'âge de 60 ans, rapportent 3 cas qui n'avaient pas de rupture de coiffe. La théorie du « *posterior mechanism* » [7,14] selon laquelle la récurrence des luxations à cet âge est en relation avec la rupture de coiffe devrait donc plutôt être rapportée comme une conséquence : chez l'adulte de plus de 40 ans, une luxation antéro-interne peut entraîner une rupture de la coiffe, mais rien ne permet de prouver que cette rupture de coiffe puisse être la cause des récurrences. Neviaser et al. [15] insistent sur le rôle du subscapulaire dans les récurrences à cet âge : ils rapportent 11 cas d'instabilité antérieure récidivante qui présentaient une avulsion du subscapulaire au niveau du trochin sans lésion de Bankart ni atteinte des supra- et infraépineux.

Nous n'avons retrouvé aucun cas dans notre série correspondant à ce que Neviaser a décrit; au contraire, tous nos patients présentaient des lésions osseuses et capsuloligamentaires typiques de l'instabilité : l'encoche était présente dans 96,5 % des cas, une fracture du bord antéro-inférieur de la glène dans 53,5 % des cas, un décollement de Bankart dans 39,3 % des cas et seuls 2 patients (7,1 %) ne présentaient pas de lésion capsulolabrale antérieure; ces 2 patients présentaient cependant une encoche humérale. De la même manière, aucun de nos patients ne présentait de rupture isolée du subscapulaire. Dans cette série de 28 cas de luxations récidivantes associées à une rupture transfixiante de la coiffe, l'« *anterior mechanism* » paraît donc être la cause prédominante, sinon exclusive, des récurrences comme chez les sujets plus jeunes. Concernant les ruptures de coiffe, à l'exception des ruptures isolées du subscapulaire, nous avons retrouvé toutes les formes habituelles. Aucun élément dans notre série ne permet de dire si la rupture de coiffe était une conséquence du premier accident d'instabilité ou de l'une des récurrences.

Le traitement de l'instabilité antérieure associée à une rupture de coiffe est sujet à controverse. Il est important de souligner que, dans la littérature, l'immense majorité des discussions concernent des épisodes uniques d'instabilité associés à des ruptures de coiffe chez des sujets de plus de 40 ans. Dans l'instabilité récidivante, Neviaser a proposé la réparation isolée du subscapulaire; tous les patients qu'il a opérés ont été stables, avec disparition des douleurs et récupération d'une mobilité complète [15]. Gumina et al. [10]

rappellent 5 cas opérés : les 3 patients qui ont eu une réparation de coiffe associée à une stabilisation antérieure par un geste sur les parties molles ont obtenu un résultat satisfaisant ; en revanche, les 2 cas qui n'ont eu qu'une réparation ont présenté des récurrences d'instabilité. Les 4 cas rapportés par Hawkins et Pevny [11,18] n'ont eu qu'une réparation de la coiffe, mais les auteurs ne rapportent pas les résultats.

Dans la série de patients que nous avons rapportée en 1987, 24 patients opérés par Albert Trillat de luxation récidivante après 40 ans avaient des signes radiologiques directs ou indirects de rupture de la coiffe des rotateurs [26]. Avec un recul moyen de 10,8 ans, 63 % avaient un bon résultat selon les critères de Rowe, 88 % étaient satisfaits. La stabilité était normale dans 75 % des cas, 4 patients (17 %) conservaient une appréhension, 1 patient avait des subluxations et 1 seul patient (4 %) avait récidivé et avait dû être réopéré.

Nous avons retenu de cette série que l'opération de Trillat était satisfaisante à cet âge, même si les patients présentaient une importante rupture de coiffe reconnue sur les radiographies préopératoires par un pincement sous-acromial. De ce fait, nous avons continué à la pratiquer dans ces circonstances lorsque la coiffe n'était pas réparable à ciel ouvert : pincement sous-acromial synonyme d'infiltration graisseuse sévère des muscles supra- et infraépineux, patient âgé ou non motivé. Outre ces bons résultats historiques, la justification de l'opération de Trillat par rapport à l'intervention de Latarjet reposait sur le respect du subscapulaire, qui était au contraire retendu et abaissé par le clou [27]. Sur les 19 patients opérés dans cette nouvelle série, nous pouvons confirmer qu'aucun n'a perdu la mobilité active, 94 % sont satisfaits ou très satisfaits malgré 16 % de récurrence. Ce taux de récurrence est comparable aux 14,5 % de récurrences que nous avons observées après opération de Trillat dans l'instabilité antérieure du sujet plus jeune [27].

En revanche, lorsque la coiffe était réparable, nous avons préféré associer un geste de réparation tendineuse directe à une intervention de Latarjet-Patte. Nous n'avons pas observé de récurrence d'instabilité, 100 % des patients sont satisfaits ou très satisfaits, le score de Constant moyen est de 90,7 points. Nous n'avons pas fait d'imagerie de contrôle pour vérifier le résultat anatomique de la coiffe des rotateurs, car le but de notre étude était d'analyser les résultats sur la stabilité.

Le taux d'arthrose pré- et postopératoire est particulièrement important dans cette série, puisque nous avons observé 37,5 % d'arthrose en préopératoire et 64,3 % en postopératoire. Il n'y avait pas de différence d'âge significative entre les malades qui présentaient

ou ne présentaient pas d'arthrose préopératoire (51 ans contre 54 ans). En revanche, l'âge des patients présentant une arthrose postopératoire était statistiquement plus élevé que l'âge en l'absence d'arthrose (62,6 ans contre 50,4 ans ; $p < 0,05$), ce qui signifie que la chirurgie de l'instabilité est plus arthrogène chez les personnes de plus de 40 ans.

Sur la très large série de 570 cas d'instabilité antérieure récidivante du symposium de la SOFCOT en 1999, Buscayret et Coudane [4,6] avaient rapporté un taux d'arthrose préopératoire de 9,5 % avec un âge moyen de 32 ans. Avec un recul postopératoire de 6,5 ans, ce taux passait à 29 % et était le même après Latarjet-Patte et Bankart. Il y a plus de 20 ans de différence d'âge entre la série du symposium de la SOFCOT et la nôtre et, dans ces conditions, on ne peut pas les comparer. De la même manière, nous ne pouvons pas comparer les taux d'arthrose après opération de Latarjet-Patte ou Trillat, puisque l'âge moyen à la révision était de 45,8 ans pour les premiers et de 65,5 ans pour les seconds. Nous ne pouvons donc pas conclure sur l'influence de la réparation de la coiffe des rotateurs dans la survenue ou l'aggravation de l'arthrose dans notre série. Nous n'avons retrouvé aucune série comparable d'intervention de Bankart qui permette d'incriminer le rôle arthrogène de l'opération de Latarjet, mais nous avons vu dans la série du symposium de la SOFCOT que le taux d'arthrose était le même après butée coracoïdienne et Bankart [6]. Neviaser ne rapporte pas les résultats radiologiques de sa série de 11 cas ayant eu une stabilisation par réparation isolée du subscapulaire.

À côté des petites séries rapportées dans la littérature, Porcellini et al. [19] rapportent une série surprenante de 50 luxations récidivantes associées à une rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs opérés sous arthroscopie en 2 ans : tous les patients présentaient des lésions capsulolabiales antérieures, y compris les 5 cas qui présentaient une rupture isolée du subscapulaire. Tous les patients ont eu une réparation arthroscopique de la coiffe couplée à une réparation des lésions capsuloligamentaires antérieures. Aucun cas ne présentait de rupture irréparable de la coiffe (les patients avec un espace sous-acromial inférieur à 5 mm avaient été exclus de l'étude). Tous les patients ont été revus avec un recul minimum de 2 ans, 2 cas (4 %) ont présenté une récurrence d'instabilité qui a été traitée par une opération de Latarjet. Aucune information sur l'imagerie pré- et postopératoire n'est donnée, empêchant toute analyse de l'incidence de l'arthrose. Cette série se démarque de l'ensemble de la littérature par le grand nombre de cas opérés sur une période extrêmement courte, mais elle a le mérite de présenter

l'aspect moderne de la question relative à la place de l'arthroscopie dans le traitement de ces lésions combinées. Il s'agit effectivement de la solution idéale, car elle permet de traiter les deux lésions d'une manière moins agressive. Cependant la réparation, même arthroscopique, ne peut être proposée que lorsqu'il n'existe pas d'infiltration graisseuse musculaire sévère [2] et lorsque les lésions osseuses du bord antérieur de la glène le permettent [3]. Selon ces critères, 4 de nos cas seulement (14 %) auraient été candidats à un traitement arthroscopique.

On doit également discuter dans les options thérapeutiques une réparation isolée arthroscopique ou chirurgicale des muscles de la coiffe en pensant que la restitution des stabilisateurs actifs de la tête humérale sera suffisante pour supprimer l'instabilité. Araghi, Craig, Hawkins ont pris cette option à ciel ouvert et n'ont pas rapporté leurs résultats ; Gumina a eu 2 échecs sur 2. Nous pensons que la récurrence de l'instabilité est sous la dépendance des lésions osseuses et capsuloligamentaires du bord antéro-inférieur de la glène (présentes dans 93 % des cas de notre série), et cette option expose au risque de récurrence d'instabilité, avec pour corollaire possible une rerupture des tendons réparés.

En conclusion, les luxations récidivantes antérieures associées à une rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs constituent une entité rare représentant 2 % des instabilités antérieures récidivantes opérées. Les lésions antéro-inférieures typiques de l'instabilité sont présentes dans 93 % des cas et les ruptures de coiffe épousent les caractéristiques des ruptures observées à cet âge. L'indication opératoire repose sur l'instabilité et les douleurs engendrées par la rupture de coiffe. Le choix de la technique opératoire résulte de l'analyse de l'infiltration graisseuse des muscles de la coiffe et des lésions du bord antérieur de la glène, qui nécessitent un arthroscanner préopératoire systématique. Lorsque la coiffe est réparable, l'intervention de Latarjet-Patte associée à la suture de la coiffe a permis de retrouver la stabilité dans 100 % des cas de notre série. Si l'arthroscopie paraît une solution idéale et élégante, ses résultats demandent à être confirmés. La stabilisation simple de l'articulation par le procédé de Trillat permet de restaurer la stabilité dans 86 % des cas en cas de rupture irréparable des tendons de la coiffe. Ce type de chirurgie paye cependant un lourd tribut à l'arthrose (64 % des cas), et il sera intéressant de voir si les solutions arthroscopiques permettront d'en réduire la fréquence malgré l'âge de cette population.

RÉFÉRENCES

- [1] Araghi A, Prasarn M, St Clair S, Zuckerman JD. Recurrent anterior glenohumeral instability with onset after forty years of age. The role of anterior mechanism. *Bull Hosp Joint Dis* 2005; 62 : 99–101.
- [2] Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full thickness tear of the supraspinatus : does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87 : 1229–40.
- [3] Burkhart SS, De Beer JF. Traumatic glenohumeral bone defects and their relationship to failure of arthroscopic Bankart repairs : significance of the inverted-pear glenoid and the humeral engaging Hill-Sachs lesion. *Arthroscopy* 2000; 16(7) : 677–94.
- [4] Buscayret F, Edwards TB, Szabo I, Adeleine P, Coudane H, Walch G. Glenohumeral arthrosis in anterior instability before and after surgical treatment. Incidence and contributing factors. *Am J Sports Med* 2004; 32 : 1165–72.
- [5] Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987; 214 : 160–4.
- [6] Coudane H, Walch G. Instabilité antérieure de l'épaule. *Rev Chir Orthop* 2000; 86(Suppl. 1) : 91–149.
- [7] Craig EV. The posterior mechanism of acute anterior shoulder dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 1984; 190 : 212–6.
- [8] Edwards TB, Walch G. Biceps tenodesis : indications and techniques. *Oper Tech Sports Med* 2002; 10 : 99–104.
- [9] Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 1994; 304 : 78–83.
- [10] Gumina S, Postacchini F. Anterior dislocation of the shoulder in the elderly patient. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79 : 540–3.
- [11] Hawkins RJ, Bell RH, Hawkins RH, Koppert GJ. Anterior dislocation of the shoulder in the older patient. *Clin Orthop Relat Res* 1986; 206 : 192–5.
- [12] Hawkins RJ, Morin WD, Bonutti PM. Surgical treatment of full-thickness rotator cuff tears in patients 40 years of age or younger. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8 : 259–65.
- [13] Latarjet M. À propos du traitement des lésions récidivantes de l'épaule. *Lyon Chir* 1954; 49 : 994–2003.
- [14] McLaughlin H. Injuries of the shoulder and arm. In : McLaughlin H, Harrisson L, editors. *Trauma*. Philadelphie : WB Saunders; 1959. p. 233–96.
- [15] Neviaser RJ, Neviaser TJ, Neviaser JS. Concurrent rupture of the rotator cuff and anterior dislocation of the shoulder in the older patient. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70 : 1308–11.
- [16] Neviaser RJ, Neviaser TJ, Neviaser JS. Anterior dislocation of the shoulder and rotator cuff rupture. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 291 : 103–6.
- [17] Patte D, Bernageau J, Rodineau J, Gardes JC. Épaules douloureuses et instables. *Rev Chir Orthop* 1980; 66 : 157–65.

- [18] Pevny T, Hunter RE, Freeman JR. Primary traumatic anterior shoulder dislocation in patients 40 years of age and older. *Arthroscopy* 1998; 14 : 289–94.
- [19] Porcellini G, Paladini P, Campi F, Paganelli M. Shoulder instability and related rotator cuff tears : arthroscopic findings and treatment in patients aged 40 to 60 years. *Arthroscopy* 2006; 22 : 270–6.
- [20] Ribbans WJ, Mitchell R, Taylor GJ. Computerized arthrotomography of primary anterior dislocation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1990; 72 : 181–5.
- [21] Rowe CR. Prognosis in dislocations of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1956; 38 : 957–77.
- [22] Samilson RL, Prieto V. Dislocation arthropathy of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65 : 456–60.
- [23] Simonet W, Cofield R. Prognosis in anterior shoulder dislocation. *Am J Sports Med* 1984; 12 : 19–24.
- [24] Toolanen G, Hildingsson C, Hedlund T, Knibesrol M, Oberg L. Early complications after anterior dislocation of the shoulder in patients over 40 years. *Acta Orthop Scand* 1993; 64 : 549–52.
- [25] Trillat A, Leclerc-Chalvet F. *Luxation récidivante de l'épaule*. Paris : Masson; 1973.
- [26] Walch G, Dejour H, Trillat AG. La luxation récidivante antérieure de l'épaule survenant après 40 ans. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 1987; 73(8) : 609–16.
- [27] Walch G, Neyret P, Charret P, Pietropaoli H, Dejour H. L'opération de Trillat pour luxation récidivante antérieure de l'épaule. Résultats à long terme de 250 cas avec un recul moyen de 11,3 ans. *Lyon Chir* 1989; 85 : 25–31.
- [28] Walch G, Boileau P. Latarjet-Bristow procedure for recurrent anterior instability. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2000; 1 : 256–61.
- [29] Walch G, Edwards TB, Nové-Josserand L, Boulahia A. Double U suturing technique for repair of the rotator cuff. *Tech Shoulder Elbow Surg* 2002; 3 : 136–41.

Conclusion

Il convient en conclusion de rappeler quelques idées fortes concernant les ruptures de la coiffe des rotateurs de l'épaule et leur traitement.

Dans le domaine de l'*anatomie*, des progrès ont été faits ces vingt dernières années dans la description des différents constituants des articulations de l'épaule et en particulier de la morphologie endoarticulaire; l'arthroscopie y a grandement contribué. Des structures complexes comme l'intervalle des rotateurs, le labrum ou le complexe labrobicipital ont été mieux décrites, avec leurs variantes anatomiques.

Sur le plan *fonctionnel*, il faut insister sur la synergie existant entre les muscles de la coiffe et le muscle deltoïde pour maintenir le parfait centrage de la tête humérale par rapport à la cavité glénoïdale de la scapula.

Des travaux récents confirment que *les lésions de la coiffe des rotateurs sont fréquentes* dans l'espèce humaine, mais elles ne sont pas toutes symptomatiques. Ces lésions s'expliquent par l'évolution de l'anatomie humaine lors des passages des hominoïdes à la bipédie impliquant une utilisation importante du membre supérieur.

Nous avons vu que l'*histoire naturelle* des ruptures de la coiffe des rotateurs étaient un petit peu mieux connue : elle semble se faire vers la dégradation progressive de l'unité tendinomusculaire; le rythme individuel de cette dégradation reste néanmoins incertain, ce qui rend difficile l'application de cette notion générale aux décisions cliniques quotidiennes.

Dans la démarche diagnostique, l'*examen clinique* garde une place fondamentale : il permettra de mettre en évidence des signes de souffrance des tendons de la coiffe et des signes spécifiques de ruptures tendineuses. Le score de Constant préconisé par la Société Européenne de Chirurgie de l'Épaule (SECEC) permettra ensuite d'attribuer une valeur fonctionnelle à l'épaule examinée.

Cette démarche diagnostique doit être complétée par une *imagerie* dont les progrès ont été considérables. Son rôle essentiel est d'apprécier le siège, la taille et le degré de rétraction de la rupture, ainsi que la trophi-

cité du corps musculaire correspondant. Les différents travaux dans ce domaine confirment que l'arthroscanner et l'IRM sont les deux examens de base, et le choix entre les deux dépend essentiellement de la disponibilité des appareils. L'IRM a sans aucun doute un grand avenir et peut être associée à une arthrographie car elle est alors très performante pour détecter des petites ruptures ou des ruptures partielles du supra épineux. Quant à l'échographie, sa place est grandissante en raison de la qualité actuelle des instruments, mais elle reste opérateur-dépendant.

Concernant le *traitement des ruptures de la coiffe des rotateurs*, la place du traitement conservateur et fonctionnel reste discutable et discutée : indiqué de principe pour certains, il est une perte de temps pour d'autres, à qui il reviendra d'évaluer le retentissement du délai sur l'extension de la lésion.

Le traitement chirurgical a quant à lui bénéficié des progrès de la *chirurgie arthroscopique* et nous observons un glissement progressif des techniques classiques à ciel ouvert vers les techniques sous contrôle endoscopique, qu'il s'agisse des techniques palliatives de décompression ou de ténotomie-ténodèse du chef long du biceps ou des réinsertions tendineuses.

Il faut néanmoins garder en mémoire que les *résultats obtenus par l'arthroscopie* ne sont pas supérieurs à ceux observés après chirurgie ouverte conventionnelle, en particulier en termes de pourcentage de cicatrisation, et les espoirs se tournent à présent vers les biothérapies, et en particulier les facteurs de croissance et, pour les plus grandes ruptures, vers des renforts qui pourraient améliorer la résistance mécanique des sutures, voire favoriser les processus de cicatrisation. Ces nouvelles voies doivent encore faire leurs preuves par des travaux prospectifs randomisés.

La *classification des lésions* est très importante, tant sur le plan thérapeutique que pronostique : il faut distinguer les ruptures partielles des ruptures transfixiantes.

Les *ruptures partielles* sont de trois types : superficielle, profonde et intra-tendineuse.

Les ruptures partielles superficielles sont d'origine essentiellement extrinsèque, liées au conflit sous-acromial si bien décrit par Neer, et une acromioplastie s'impose dans ce type lésionnel.

La rupture profonde, la plus fréquente, fait appel à un mécanisme causal plus diversifié : conflit postéro-supérieur, traumatisme ou microtraumatismes répétés, lésion dégénérative.

Pour ces deux lésions, superficielle et profonde, un consensus s'est dégagé pour proposer une résection-suture lorsque la lésion dépasse 50 % de l'épaisseur tendineuse.

Les lésions intra-tendineuses sont les plus difficiles à objectiver et le diagnostic repose sur une arthro/IRM.

Les *ruptures transfixiantes de la coiffe des rotateurs* doivent être précisées par leur siège : touchant 1, 2 ou 3 tendons, par leur degré de rétraction et en Europe cette rétraction s'apprécie généralement en utilisant la classification de Patte distinguant les formes distales, intermédiaires et rétractées à la glène.

Quant à l'appréciation de la qualité des muscles, c'est l'importance de la *dégénérescence graisseuse* décrite par Gouttalier : une dégénérescence graisseuse sévère laisse peu de place à la réparation, les chances de cicatrisation étant faibles.

Pour les *ruptures distales et intermédiaires*, le débat actuel n'est plus la discussion d'une chirurgie ouverte ou sous arthroscopie, car l'immense majorité des chirurgiens de l'épaule a opté pour cette dernière, mais dans le choix de la technique arthroscopique : suture en simple rangée ou en double rangée.

Pour la première, plaident la simplicité et le moindre coût. Pour la technique en double rangée, les deux arguments principaux sont la solidité et la résistance des sutures et une meilleure reconstruction de la zone d'insertion sur le tubercule majeur de la nappe tendineuse (« *footprint* »), avec le risque ischémique de sutures trop nombreuses et/ou trop serrées.

Des études prospectives s'imposent encore pour trancher et clore ce débat. Dans l'attente, l'opérateur conserve le choix !

Les *lésions du subscapulaire* méritaient un chapitre à part en raison de ses particularités anatomiques, cliniques et chirurgicales : pour les ruptures isolées, un abord chirurgical par voie delto-pectorale est préconisé par de nombreux auteurs mais une réparation arthroscopique est tout à fait possible même si elle est techniquement exigeante.

L'attention a été attirée par les auteurs français sur l'importance du *chef long du biceps* dans la genèse des douleurs d'épaule, tout particulièrement dans le cadre d'une rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs. Dans ce cas, le long biceps n'est que rare-

ment sain, ce qui explique qu'il soit très souvent voir systématiquement sectionné (ténotomie) soit réinséré (ténodèse). Ce geste de ténotomie/ténodèse du long biceps est d'ailleurs le traitement de choix lorsque les lésions de la coiffe des rotateurs sont inaccessibles à la réparation.

L'attitude à adopter vis-à-vis des *ruptures larges, rétractées à la glène, ou massive*, touchant au moins 3 tendons, est plus controversée : réparation au moins partielle de la rupture, en sachant qu'elle n'a que peu de chance de cicatriser, ou traitement palliatif reposant sur une ténotomie-ténodèse du Long Biceps, dont on connaît aujourd'hui l'efficacité durable.

C'est dans ces formes anatomiques que peuvent aussi être envisagées les techniques de renforcement ou de plastie.

Ces ruptures larges ou massives, si elles s'accompagnent d'un déficit fonctionnel important, peuvent aussi relever de *lambeaux de substitution* : lambeau du latissimus dorsi pour les ruptures postéro supérieures avec déficit de la rotation externe ou lambeau du grand pectoral pour les ruptures antérosupérieures avec déficit de la rotation interne. Ce sont les deux lambeaux les plus couramment proposés : ils ne s'adressent qu'aux patients jeunes et demandeurs ayant un bon muscle deltoïde.

Pour les patients les plus âgés, une *prothèse totale inversée d'épaule* peut aussi être envisagée dans la mesure où l'épaule est restée souple et l'élévation antérieure déficitaire. En cas de déficit de la rotation externe, le patient pourra bénéficier d'un transfert associé du latissimus dorsi.

Cette monographie se devait aussi d'envisager les *complications* possibles de la chirurgie de la coiffe des rotateurs et en particulier si celle-ci est arthroscopique. Il est en effet faux de considérer que cette technique est sans danger. Il faut se souvenir que l'installation du patient, le type d'anesthésie peuvent être en soi source de soucis pour le chirurgien. Les lésions vasculo-nerveuses sont quant à elles fort rares. Les ruptures de matériel ou encore les migrations d'ancres sont plus fréquentes. Les complications infectieuses sont devenues exceptionnelles, l'avantage principal de la chirurgie arthroscopique par rapport à la chirurgie conventionnelle étant d'en avoir diminué l'incidence.

Les *récidives de rupture* après réparation de la coiffe des rotateurs ont ensuite été détaillées car cela reste un problème important même si l'échec anatomique ne correspond pas systématiquement à un échec fonctionnel. Gardons en mémoire que la cicatrisation tendineuse est l'objectif fondamental d'une réparation, quelle qu'en soit la technique, et que la récurrence doit être considérée comme un échec, quelqu'en soit le retentissement ! Quelle que soit la technique utilisée,

certain facteurs sont clairement identifiés comme péjoratifs pour le résultat anatomique : l'âge, la taille de la lésion et l'infiltration graisseuse préopératoire.

Ces reruptures ne nécessitent pas toujours une nouvelle intervention compte tenu de la bonne tolérance clinique. Une nouvelle suture arthroscopique peut être proposée chez un patient volontaire et motivé. Le délai de réintervention est un facteur significatif ; le taux de cicatrisation est probablement inférieur à celui de la chirurgie primaire.

Lorsqu'une nouvelle réparation n'est pas envisageable, peuvent être discutés un lambeau musculaire ou même une prothèse totale inversée chez les plus âgés.

La coiffe des rotateurs est particulièrement sollicitée chez le sportif effectuant des gestes de lancer. C'est le *conflit intra-articulaire postérosupérieur* qui est le principal responsable des douleurs d'épaule du sportif et de lésions tendineuses qui peuvent être sévères. Si le traitement conservateur et fonctionnel doit être en premier lieu proposé, il n'est pas toujours couronné de succès et un traitement chirurgical arthroscopique peut être envisagé. Néanmoins aucune proposition thérapeutique chirurgicale n'apportera un résultat satisfaisant dans 100 % des cas. En fonction des auteurs et des lésions observées dans ce conflit postérosupérieur, peuvent être proposés un débridement simple des

lésions, une résection suture de la rupture de la face profonde du supraépineux, une ténodèse du long biceps, une glénoïdoplastie.

Le dernier chapitre de cette monographie est consacré à une association lésionnelle complexe et difficile à traiter : celle d'une *rupture transfixiante de la coiffe des rotateurs associée à une luxation récidivante antérieure*. La question posée est la suivante : faut-il traiter l'instabilité et la rupture de coiffe dans le même temps ou l'une des deux seulement ?

Autant que possible, il faut combiner les deux gestes, mais l'absence de réparation de la coiffe peut se justifier par l'âge du patient, sa faible motivation, la mauvaise trophicité de la coiffe.

Le résultat fonctionnel sera moins bon et le taux de récurrence de l'instabilité supérieur. À l'opposé, la réparation isolée de la coiffe des rotateurs sans traiter l'instabilité n'est pas recommandée.

Au total, cette monographie n'avait comme ambition que de faire le portrait des connaissances accumulées depuis un siècle, et doit inciter le lecteur intéressé par cette pathologie à poursuivre ses lectures, tant les progrès sont en croissance exponentielle dans ce domaine !

Jean-François Kempf, Daniel Molé